

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

11. 8. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 7月 7日

REC'D 30 SEP 2004

WIPO

PCT

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-271418
[ST. 10/C]: [JP 2003-271418]

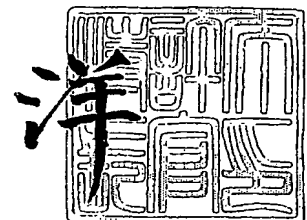
出 願 人
Applicant(s): 日本精工株式会社
NSKステアリングシステムズ株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 9月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 NSK030775
【提出日】 平成15年 7月 7日
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿
【国際特許分類】 B62D 5/04
【発明者】
 【住所又は居所】 群馬県前橋市総社町一丁目 8 番 1 号 N S Kステアリングシステムズ株式会社内
 【氏名】 力石 一穂
【特許出願人】
 【識別番号】 000004204
 【氏名又は名称】 日本精工株式会社
【特許出願人】
 【識別番号】 302066629
 【氏名又は名称】 N S Kステアリングシステムズ株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100087457
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小山 武男
【選任した代理人】
 【識別番号】 100120190
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 中井 俊
【選任した代理人】
 【識別番号】 100056833
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小山 欽造
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 035183
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0117920

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

ウォームホイールと、ウォーム軸と、弾力付与手段とを備え、このウォーム軸は、ギヤハウジングに対し回転及び揺動変位を自在に支持されると共に、中間部に設けたウォームを上記ウォームホイールと噛合させるものであり、上記弾力付与手段は、上記ウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものであり、このウォーム軸の揺動中心軸を、このウォーム軸の中心軸上から上記ウォームホイール側にずれた位置に、このウォームホイールの中心軸と平行に設けたウォーム減速装置。

【請求項 2】

ウォーム軸のウォームとウォームホイールとのピッチ円の交点を含み、このウォーム軸の中心軸と平行な直線上の 1 点を通る、このウォームホイールの中心軸と平行な軸を、上記ウォーム軸の揺動中心軸とした、請求項 1 に記載したウォーム減速装置。

【請求項 3】

ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する 1 対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダを、ギヤハウジングに対し揺動変位を自在に支持した、請求項 1 又は請求項 2 に記載したウォーム減速装置。

【請求項 4】

ウォーム軸の軸方向に関して、このウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する 1 対の軸受のうちの電動モータ側の軸受と、このウォーム軸のウォーム及びウォームホイールの噛合部との間に、このウォーム軸の揺動中心軸を設けた、請求項 1～3 の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項 5】

ウォーム軸のウォーム及びウォームホイールの噛合部に関して、このウォーム軸の揺動中心軸と反対側に、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設けた、請求項 1～4 の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項 6】

ウォーム軸の一端寄り部分を回転自在に支持する軸受を支持する為の軸受ホルダを、このギヤハウジングに、揺動軸により揺動変位を自在に支持しており、これらギヤハウジングと揺動軸との間、又はこれら軸受ホルダと揺動軸との間に弾性材を設けた、請求項 1～5 の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項 7】

ウォーム軸の一端寄り部分を回転自在に支持する軸受を支持する為の軸受ホルダを、このギヤハウジングに、揺動軸により揺動変位を自在に支持しており、これらギヤハウジングと揺動軸との間、又はこれら軸受ホルダと揺動軸との間に少なくとも一部が弾性材である弾性リングを設けると共に、上記ウォーム軸の揺動中心軸の径方向に関するこの弾性リングの剛性を円周方向で異ならせた、請求項 1～5 に記載したウォーム減速装置。

【請求項 8】

ウォーム軸と電動モータの回転軸との間に、このウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設けた、請求項 1～4 の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項 9】

ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する 1 対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダとギヤハウジングとの間に、上記ウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設けた、請求項 1～4 の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項 10】

ウォーム軸の両端寄り部分を支持する 1 対の軸受のうちのこのウォーム軸の揺動中心軸から離れた一方の軸受と、ギヤハウジングとの間に弾性材を設ける事により、このギヤハウジングに対する上記ウォーム軸の揺動変位を自在とした、請求項 1～9 の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項 11】

ウォーム軸の両端寄り部分を支持する 1 対の軸受のうちの揺動中心軸から離れた一方の軸受とギヤハウジングとの間に、少なくとも一部が弾性材製である第二の弾性リングを設ける事により、このギヤハウジングに対する上記ウォーム軸の揺動変位を自在とすると共に、この第二の弾性リングの剛性を、このウォーム軸の揺動変位方向に関するものと、別の方向に関するものとで異ならせた、請求項 1～9 の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項 12】

一方の軸受とギヤハウジングとの間に設けた弾性材又は第二の弾性リングに、ウォーム軸の揺動変位を規制する為のストッパ部を設けた、請求項 10 又は請求項 11 に記載したウォーム減速装置。

【請求項 13】

電動モータの回転軸とウォーム軸とを弾性材を介して連結した、請求項 1～12 の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項 14】

ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する 1 対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダと、ギヤハウジングとの間にグリースを充填した、請求項 1～13 の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項 15】

ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する 1 対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダをマグネシウム合金製とした、請求項 1～14 の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項 16】

後端部にステアリングホイールを設けるステアリングシャフトと、このステアリングシャフトの前端側に設けられたピニオンと、このピニオン又はこのピニオンに支持した部材と噛み合わせたラックと、請求項 1～15 の何れかに記載したウォーム減速装置と、ウォーム軸を回転駆動する為の電動モータと、上記ステアリングシャフト又はピニオンに加わるトルクの方角と大きさを検出する為のトルクセンサと、このトルクセンサから入力された信号に基づき上記電動モータの駆動状態を制御する為の制御器とを備え、ウォームホイールを、上記ステアリングシャフトと、上記ピニオンと、このピニオンと離れた位置で上記ラックに噛み合うサブピニオンとのうちの何れかの部材に固定した電動式パワーステアリング装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】ウォーム減速装置及び電動式パワーステアリング装置

【技術分野】

【0001】

この発明に係るウォーム減速装置及び電動式パワーステアリング装置は、例えば、自動車の操舵装置に組み込み、電動モータの出力を補助動力として利用する事により、運転者がステアリングホイールを操作する為に要する力の軽減を図るものである。

【背景技術】

【0002】

操舵輪（フォークリフト等の特殊車両を除き、通常は前輪）に舵角を付与する際に運転者がステアリングホイールを操作する為に要する力の軽減を図る為の装置として、パワーステアリング装置が広く使用されている。又、このようなパワーステアリング装置で、補助動力源として電動モータを使用する電動式パワーステアリング装置も、近年普及し始めている。電動式パワーステアリング装置は、油圧式のパワーステアリング装置に比べて小型・軽量にでき、補助動力の大きさ（トルク）の制御が容易で、しかもエンジンの動力損失が少ない等の利点がある。図23は、このような電動式パワーステアリング装置の、従来から知られている基本構成を略示している。

【0003】

ステアリングホイール1の操作に基づいて回転するステアリングシャフト2の中間部には、このステアリングホイール1からこのステアリングシャフト2に加えられるトルクの方角と大きさを検出するトルクセンサ3と、減速機4とを設けている。この減速機4の出力側は上記ステアリングシャフト2の中間部に結合し、同じく入力側は電動モータ5の回転軸に結合している。又、上記トルクセンサ3の検出信号は、車速を表す信号と共に、上記電動モータ5への通電を制御する為の制御器6に入力している。又、上記減速機4として従来から、大きなリード角を有し、動力の伝達方向に関して可逆性を有するウォーム減速装置を、一般的に使用している。即ち、回転力受取部材であるウォームホイールを上記ステアリングシャフト2の中間部に固定すると共に、回転力付与部材であり上記電動モータ5の回転軸に結合固定したウォーム軸のウォームを、上記ウォームホイールと噛合させている。

【0004】

操舵輪14に舵角を付与する為、上記ステアリングホイール1を操作し、上記ステアリングシャフト2が回転すると、上記トルクセンサ3がこのステアリングシャフト2の回転方向とトルクとを検出し、その検出値を表す信号を上記制御器6に送る。するとこの制御器6は、上記電動モータ5に通電して、上記減速機4を介して上記ステアリングシャフト2を、上記ステアリングホイール1に基づく回転方向と同方向に回転させる。この結果、上記ステアリングシャフト2の先端部（図23の下端部）は、上記ステアリングホイール1から付与された力に基づくトルクよりも大きなトルクで回転する。

【0005】

このようなステアリングシャフト2の先端部の回転は、自在継手7、7及び中間シャフト8を介してステアリングギヤ9の入力軸10に伝達される。この入力軸10は、上記ステアリングギヤ9を構成するピニオン11を回転させ、ラック12を介してタイロッド13を押し引きし、操舵輪14に所望の舵角を付与する。上述した説明から明らかな通り、上記ステアリングシャフト2の先端部から自在継手7を介して中間シャフト8に伝達されるトルクは、上記ステアリングホイール1から上記ステアリングシャフト2の基端部（図23の上端部）に加えられるトルクよりも、上記電動モータ5から減速機4を介して加えられる補助動力分だけ大きい。従って、上記操舵輪14に舵角を付与する為に運転者が上記ステアリングホイール1を操作する為に要する力は、上記補助動力分だけ小さくて済むようになる。

【0006】

上述した様な従来から一般的に使用されている電動式パワーステアリング装置の場合、

電動モータ 5 とステアリングシャフト 2 との間に設ける減速機 4 として、ウォーム減速機を使用している。但し、このウォーム減速機には不可避のバックラッシュが存在する。このバックラッシュは、上記ウォーム減速装置の構成部材である、ウォーム軸と、ウォームホイールと、これら各部材を支持する為の軸受等の寸法誤差や、組み付け誤差が大きくなる程大きくなる。そして、大きなバックラッシュが存在すると、上記ウォームホイールとウォームとの歯面同士が強く衝合して、耳障りな歯打ち音が発生する可能性がある。例えば、路面が荒れている等により、車輪側からステアリングシャフト 2 に振動荷重が加わると、上記バックラッシュの存在により、耳障りな歯打ち音が発生する。又、上記ウォームホイールとウォームとの歯面同士が衝合する事により、ステアリングホイールを操舵する際の操舵感が悪化する。

【0007】

これに対して、上記ウォーム減速機の各構成部材を、寸法精度を考慮しつつ適切に組み合わせる事により、上記バックラッシュを小さくする事も考えられる。但し、この様にバックラッシュを小さくする場合には、寸法精度の管理や組立作業が面倒になる為、コストの増大を招く原因となる。しかも、近年は、上記補助動力を大きくする傾向にある為、上記ウォームホイールとウォームとの歯面での摩耗が増大して、上記バックラッシュが発生し易くなっている。この様なバックラッシュに基づく歯打ち音は、自動車の車室内空間に漏れると、乗員に不快感を与える。

【0008】

特許文献 1 には、この様な事情に鑑みて、上記バックラッシュを小さくする事を考慮したウォーム減速装置が記載されている。このウォーム減速装置は、図 24～25 に示す様に、電動モータ 16 と共に、電動式パワーステアリング装置に組み込んで、ステアリングシャフト 15 に加わる操舵トルクに応じて発生させた上記電動モータ 16 の出力をウォーム減速装置 17 で減速する事により得た補助トルクを、上記ステアリングシャフト 15 に付与する。この為、このステアリングシャフト 15 の一部に上記ウォーム減速装置 17 を構成するウォームホイール 18 を外嵌固定すると共に、このウォームホイール 18 にウォーム軸 19 のウォーム 20 を噛合させている。このウォーム軸 19 の両端部は、ギヤハウジング 21 の内側に、1 対の転がり軸受 22 a、22 b により、回転自在に支持している。又、上記ウォーム軸 19 の基端部（図 24 の左端部）を、この電動モータ 16 の回転軸 23 の一端部（図 24 の右端部）に連結している。

【0009】

又、上記ウォーム軸 19 の先端部（図 24 の右端部）の外周面と、上記ギヤハウジング 21 に設けた凹孔 24 の内周面との間に、上記 1 対の転がり軸受 22 a、22 b のうちの一方の転がり軸受 22 b と弾力付与手段 25 とを設けている。この弾力付与手段 25 は、それぞれが金属製である内径側円筒部 26 及び外径側円筒部 27 と、これら両円筒部 26、27 同士を連結した、ゴム又は合成樹脂製の円輪部 28 とから成る。又、上記内径側円筒部 26 を、上記外径側円筒部 27 に対し、上記ウォームホイール 18 側に偏心させている。そして、上記凹孔 24 に、上記弾力付与手段 25 の外径側円筒部 27 を内嵌固定すると共に、上記内径側円筒部 26 の内側に固定した一方の転がり軸受 22 b の内輪 133 に、上記ウォーム軸 19 の先端部を内嵌固定している。この構成により、上記ウォーム軸 19 の先端部に、上記ウォームホイール 18 に向かう方向（図 24、25 の上向）の弾力が付与され、上記ウォーム軸 19 がこのウォームホイール 18 側に揺動変位する。

【0010】

この様な特許文献 1 に記載されたウォーム減速装置によれば、ウォーム軸 19 とウォームホイール 18 との噛合部に存在するバックラッシュを或る程度小さく抑える事ができる為、この噛合部での歯打ち音の発生を或る程度抑える事ができる。

【0011】

特許文献 1 に記載されたウォーム減速装置の場合には、ウォーム軸 19 をギヤハウジング 21 に対し揺動変位を自在に支持している。但し、このウォーム軸 19 の揺動変位の中心軸を、このウォーム軸 19 の基端部を支持する為の転がり軸受 22 a の中心等の、この

ウォーム軸 19 の中心軸上の点を通る位置に設けている場合には、図示しないステアリングホイールの両回転方向での戻りに差が生じると言った問題がある。又、運転者がこのステアリングホイールを操作するのに要する力の両回転方向での差が大きくなると言った問題もある。この理由に就いて、以下に説明する。

【0012】

図 26 (a) (b) に示す様に、電動モータ 16 (図 24 参照) によりウォーム軸 19 を回転駆動し、このウォーム軸 19 からウォームホイール 18 に駆動力を伝達する場合を考える。又、図 26 (a) と図 26 (b) とでは、上記電動モータ 16 を、逆方向に同じ大きさで回転駆動する。又、図 26 (a) (b) では、上記ウォーム軸 19 とウォームホイール 18 との軸角を 90 度とする。この状態では、これらウォーム軸 19 のウォームとウォームホイール 18 との歯面が、これらウォーム軸 19 とウォームホイール 18 との中心軸に対し捻れていると共に、これら歯面に圧力角が存在する。この為、このウォームホイール 18 から上記ウォーム軸 19 に、このウォーム軸 19 の軸方向及び径方向と、上記ウォームのピッチ円の接線方向との 3 方向の成分の分力 F_{a1} 、 F_{r1} 、 F_{u1} を有する反力が加わる。

【0013】

又、これら各分力 F_{a1} 、 F_{r1} 、 F_{u1} のうち、上記ウォーム軸 19 の軸方向の分力 F_{a1} は、このウォーム軸 19 から上記ウォームホイール 18 に、このウォームホイール 18 のピッチ円の接線方向に加わる分力 F_{u2} と、逆方向で同じ大きさになる。又、上記ウォーム軸 19 の径方向の分力 F_{r1} は、このウォーム軸 19 から上記ウォームホイール 18 に、このウォームホイール 18 の径方向に加わる分力 F_{r2} と、逆方向で同じ大きさになる。又、上記ウォームの接線方向の分力 F_{u1} は、上記ウォーム軸 19 から上記ウォームホイール 18 に、このウォームホイール 18 の軸方向に加わる分力 F_{a2} と、逆方向で同じ大きさになる。そして、上記ウォーム軸 19 に上記径方向の分力 F_{r1} が加わった場合でも、このウォーム軸 19 のウォームとウォームホイール 18 との歯面同士が離隔しない様にする為に、弾力付与手段 25 (図 24、25) により、上記ウォーム軸 19 に上記ウォームホイール 18 に向かう方向の適切な大きさの弾力を付与する。

【0014】

又、上記ウォームホイール 18 から上記ウォーム軸 18 に加わる反力は、このウォーム軸 19 の中心軸上からこのウォームホイール 18 側へずれた、このウォーム軸 19 のウォームとこのウォームホイール 18 との噛合部で作用する。この為、このウォーム軸 19 の揺動中心をこのウォーム軸 19 の中心軸を通る位置に設けている場合には、上記軸方向の分力 F_{a1} により、このウォーム軸 19 に、この揺動中心をその中心とするモーメントが作用する。又、このモーメントの方向は、上記ウォーム軸 19 が両方向に回転する場合に逆になる。これに就いて、図 27、28 を用いて、更に詳しく説明する。

【0015】

図 27、28 に示す様に、ウォーム軸 19 の基端部 (図 27、28 の左端部) を転がり軸受 22a により、図示しない固定の部分に、回転及びこの転がり軸受 22a の中心 o をその中心とする若干の揺動変位を自在に支持する場合を考える。又、上記ウォーム軸 19 を、図 27 に示す場合と図 28 に示す場合とで互いに逆方向に同じ大きさで回転駆動する。この様な状態では、このウォーム軸 19 のウォームとこのウォームホイール 18 との噛合部で、このウォーム軸 19 の軸方向に関して、図 27 に示す場合と図 28 に示す場合とで逆方向の反力 F_{a1} が、このウォームホイール 18 からこのウォーム軸 19 に加わる。又、上記噛合部と上記ウォーム軸 19 の揺動中心 o との、このウォーム軸 19 の径方向に関する距離を d_{19} とした場合に、 $d_{19} \cdot F_{a1}$ なる大きさを有するモーメント M が、上記ウォーム軸 19 に作用する。このモーメント M の方向は、図 27 に示す場合と図 28 に示す場合とで、互いに逆になる。そして、上記噛合部と上記ウォーム軸 19 の揺動中心 o との、このウォーム軸 19 の軸方向に関する距離を L_{19} とした場合に、 M/L_{19} の大きさの力 F_{\square} が、上記噛合部でこのウォーム軸 19 の径方向に作用する。又、この力 F_{\square} の作用方向は、図 27 に示す場合と図 28 に示す場合とで、互いに逆になる。この為、上記噛合部で

上記ウォームホイール 18 から上記ウォーム軸 19 に径方向に作用する、上記モーメント M を考慮した実際の力 F_{r1}' の大きさは、ウォームホイール 18 が、図 27 に示す、一方方向に回転する場合に小さく ($F_{r1}' = F_{r1} - F_m$) なり、図 28 に示す、他方向に回転する場合に大きく ($F_{r1}' = F_{r1} + F_m$) なる。

【0016】

この様に、上記ウォーム軸 19 に上記噛合部で径方向に作用する実際の力 F_{r1}' が大きくなる、上記ウォームホイール 18 が他方向に回転する場合 (図 28 に示す場合) には、上記ウォーム軸 19 のウォームの歯面が上記ウォームホイール 18 の歯面から離隔し易くなる。一方、これら歯面同士が押し付け合う力を大きくすると、上記ウォームホイール 18 及びウォーム軸 19 の回転トルクが増大する。この様な事情から、このウォーム軸 19 に弾力付与手段により付与する弾力は、上記ウォームホイール 18 が他方向に回転する場合に、上記歯面同士を離隔させない事と、これら各歯面同士が押し付け合う力を過大にしない事との両立を図る事を考慮して、適切な所定値に設定する必要がある。但し、この様に上記弾力を設定した場合でも、上記ウォームホイール 18 が一方方向に回転する場合には、上記各歯面同士が押し付け合う力が過大になる事が避けられない。この為、自動車を旋回走行から直進走行に戻す際の、ステアリングホイールが中立状態に戻る、戻り性能が一方方向で悪化したり、運転者がこのステアリングホイールを回転させるのに要する力が一方方向で過大になり、これら戻り性能や力の、このステアリングホイールの両回転方向での差が大きくなると言った問題が生じる。

【0017】

【特許文献 1】特開 2001-322554 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

本発明は、この様な事情に鑑みて、ウォーム軸とウォームホイールとの噛合部での歯打ち音の発生を抑えるべく、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する構造で、このウォームホイールを固定した部材を回転させるのに要する力や、この部材が中立状態迄回転する戻り性能の、両回転方向での差を抑えるべく発明したものである。

【課題を解決するための手段】

【0019】

請求項 1 に記載した本発明のウォーム減速装置は、ウォームホイールと、ウォーム軸と、弾力付与手段とを備える。

このうちのウォーム軸は、ギヤハウジングに対し回転及び揺動変位を自在に支持されると共に、中間部に設けたウォームを上記ウォームホイールと噛合させるものである。

又、上記弾力付与手段は、上記ウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものである。

又、上記ウォーム軸の揺動中心軸は、このウォーム軸の中心軸上からこのウォームホイール側にずれた位置に、このウォームホイールの中心軸と平行に設けている。

【0020】

上述の様な本発明のウォーム減速装置の場合、弾力付与手段により、ウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与している為、これらウォームホイールとウォーム軸のウォームとの噛合部に予圧を付与する事ができ、この噛合部での耳障りな歯打ち音の発生を抑える事ができる。しかも、本発明の場合には、上記ウォーム軸の揺動中心軸を、このウォーム軸の中心軸上からこのウォームホイール側にずれた位置に、このウォームホイールの中心軸と平行に設けている。この為、このウォーム軸からこのウォームホイールに駆動力を伝達する際に、このウォームホイールからこのウォーム軸に、このウォーム軸の軸方向に反力が加わるのにも拘らず、この軸方向の反力に基づきこのウォーム軸に発生するモーメントを小さく若しくは 0 にできる。従って、上記ウォームホイールから上記ウォーム軸に加わる径方向の反力が、このモーメントの影響により変動するのを抑える事が

できる。従って、上記ウォームホイールを固定した部材を回転させるのに要する力や、この部材が中立状態迄回転する戻り性能の、両回転方向での差を抑える事ができる。この結果、上述の様な本発明のウォーム減速装置を組み込んだ電動式パワーステアリング装置の場合には、ステアリングホイールを回転させるのに要する力やこのステアリングホイールの戻り性能の、両回転方向での差を抑える事ができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明のウォーム減速装置及び電動式パワーステアリング装置は、以上の様に構成され作用する為、ウォーム軸とウォームホイールとの噛合部での歯打ち音の発生を抑えるべく、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する構造で、上記ウォームホイールを固定した部材を回転させるのに要する力や、この部材が中立状態迄回転する戻り性能の、両回転方向での差を抑える事ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

又、好ましくは、請求項2に記載した様に、上記ウォーム軸のウォームと上記ウォームホイールとのピッチ円の交点を含み、このウォーム軸の中心軸と平行な直線上の1点を通る、このウォームホイールの中心軸と平行な軸を、上記ウォーム軸の揺動中心軸とする。

【0023】

この構成により、上記ウォーム軸から上記ウォームホイールに駆動力を伝達する際に、このウォームホイールからこのウォーム軸に、このウォーム軸の軸方向に反力が加わるのにも拘らず、この軸方向の反力に基づきこのウォーム軸にモーメントが発生する事をなくす(0にする)事ができる。この為、上記ウォームホイールを固定した部材を回転させるのに要する力や、この部材が中立状態迄回転する戻り性能の、両回転方向での差をなくす事ができる。

【0024】

又、好ましくは、請求項3に記載した様に、上記ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダを、上記ギヤハウジングに対し揺動変位を自在に支持する。

【0025】

この様に構成すれば、上記一方の軸受として、従来から一般的に使用しているものを使用しつつ、この一方の軸受をギヤハウジングに対し揺動変位を自在に支持でき、コストの上昇を抑える事ができる。

【0026】

更に好ましくは、請求項4に記載した様に、上記ウォーム軸の軸方向に関して、このウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの電動モータ側の軸受と、このウォーム軸のウォーム及びウォームホイールの噛合部との間に、このウォーム軸の揺動中心軸を設ける。

【0027】

この様に構成すれば、ウォーム軸の電動モータ側の端部の揺動変位量を少なくしつつ、このウォーム軸のウォームとウォームホイールとの噛合部に大きな予圧を付与する事ができ、この噛合部での耳障りな歯打ち音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

【0028】

更に好ましくは、請求項5に記載した様に、上述の請求項1～4の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸のウォーム及びウォームホイールの噛合部に関して、このウォーム軸の揺動中心軸と反対側に、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設ける。

【0029】

この様に構成すれば、弾力付与手段を構成する弾性体の弾性変形量を大きくでき、上記ウォーム軸に付与する弾力の大きさを調節し易くできる。

【0030】

更に好ましくは、請求項6に記載した様に、上述の請求項1～5の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の一端寄り部分を回転自在に支持する軸受を支持する為の軸受ホルダを、上記ギヤハウジングに、揺動軸により揺動変位を自在に支持すると共に、これらギヤハウジングと揺動軸との間、又はこれら軸受ホルダと揺動軸との間に弾性材を設ける。

【0031】

この様に構成すれば、ウォーム軸の回転トルクを徒に増大させる事なく、上記噛合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。即ち、ウォーム軸をギヤハウジングに対し軸方向に対する変位を不能として支持している場合には、ウォームホイールに回転振動が入力された場合に、上記ウォーム軸が回転運動し易くなる。又、このウォーム軸には慣性モーメントが大きい電動モータの回転軸を連結する為、上記ウォームホイールの回転振動に基づき、このウォーム軸のウォームと上記ウォームホイールとの歯面同士の間で伝達される力が大きくなる。そうすると、この力が加わった場合でも、これら両歯面同士が離れない様にする為には、上記弾力を大きくする必要があるが、この弾力が過大になった場合には、上記ウォーム軸の回転トルクが徒に増大する。これに対して、請求項6に記載したウォーム減速装置によれば、上記ウォームホイールに回転振動が入力された場合に、上記ウォーム軸を軸方向に変位し易くでき、このウォーム軸を回転運動しにくくできる。この為、上記両歯面同士の間で伝達される力を小さくできる。この結果、上記ウォーム軸の回転トルクを徒に増大させる事なく、これら両歯面同士が離れる事を防止でき、上記歯打ち音の発生を抑える事ができる。更に、これら両歯面同士の衝合に基づく振動を、上記ギヤハウジングに伝達しにくくでき、この振動に基づく異音の発生を抑える事ができる。

【0032】

又、好ましくは、請求項7に記載した様に、上述の請求項1～5に記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の一端寄り部分を回転自在に支持する軸受を支持する為の軸受ホルダを、上記ギヤハウジングに、揺動軸により揺動変位を自在に支持しており、これらギヤハウジングと揺動軸との間、又はこれら軸受ホルダと揺動軸との間に少なくとも一部が弾性材である弾性リングを設けると共に、上記ウォーム軸の揺動軸の径方向に関する上記弾性リングの剛性を、円周方向で異ならせる。

【0033】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸の軸方向に関する上記弾性リングの剛性を低くする事により、この弾性リング全体の必要とする剛性を確保しつつギヤハウジングに対し上記ウォーム軸を軸方向に変位し易くできる。従って、このウォーム軸の回転トルクが増大するのを、より効果的に抑える事ができる。

【0034】

又、好ましくは、請求項8に記載した様に、上述の請求項1～4の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸と電動モータの回転軸との間に、このウォーム軸に上記ウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設ける。

【0035】

この様に構成すれば、異音の発生を抑えつつ、ウォーム軸の電動モータ側の端部を支持する為の一方の軸受として、軸方向隙間が比較的大きい、深溝型の玉軸受を使用でき、コストの低減を図れる。

【0036】

又、好ましくは、請求項9に記載した様に、上述の請求項1～4の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダと上記ギヤハウジングとの間に、上記ウォーム軸に上記ウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設ける。

【0037】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸と電動モータの回転軸とを連結して成る部分の全

長を大きくする事なく、このウォーム軸のウォームと上記ウォームホイールとの啮合部に予圧を付与できる。

【0038】

又、好ましくは、請求項10に記載した様に、上述の請求項1～9の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の両端寄り部分を支持する1対の軸受のうちの上記揺動中心軸から離れた一方の軸受と、上記ギヤハウジングとの間に弾性材を設ける事により、このギヤハウジングに対する上記ウォーム軸の揺動変位を自在とする。

【0039】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸のウォームとウォームホイールとの啮合部での歯打ち音の発生抑制効果を損なう事なく、このウォーム軸の電動モータと反対側の端部と、この端部を支持する一方の軸受とが衝合する事による異音の発生を防止できる。

【0040】

又、好ましくは、請求項11に記載した様に、上述の請求項1～9の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の両端寄り部分を支持する1対の軸受のうちこのウォーム軸の揺動中心軸から離れた一方の軸受と上記ギヤハウジングとの間に、少なくとも一部が弾性材製である第二の弾性リングを設ける事により、このギヤハウジングに対する上記ウォーム軸の揺動変位を自在すると共に、この第二の弾性リングの剛性を、このウォーム軸の揺動変位方向に関するものと、別の方向に関するものとで異ならせる。

【0041】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸が不用意な方向に変位する事を防止しつつ、上記ウォームホイール側へのこのウォーム軸の変位をより行ない易くして、このウォーム軸のウォームとこのウォームホイールとの啮合部での歯打ち音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

【0042】

又、好ましくは、請求項12に記載した様に、上述の請求項10又は請求項11に記載したウォーム減速装置に於いて、上記一方の軸受とギヤハウジングとの間に設けた弾性材又は第二の弾性リングに、上記ウォーム軸の揺動変位を規制する為のストッパ部を設ける。

【0043】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸が過度に揺動変位するのを防止できる。

【0044】

又、好ましくは、請求項13に記載した様に、上述の請求項1～12の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記電動モータの回転軸とウォーム軸とを弾性材を介して連結する。

【0045】

この様に構成すれば、上記電動モータの回転軸とウォーム軸との間で、回転振動を伝達しにくくできる。

【0046】

又、好ましくは、請求項14に記載した様に、上述の請求項1～13の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうち少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダと、上記ギヤハウジングとの間にグリースを充填する。

【0047】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸とウォームホイールとの間で駆動力を伝達する際に、このウォームホイールからこのウォーム軸に加わる反力に基づき、このウォーム軸がこのウォームホイールから離れる傾向となった場合に、上記軸受ホルダを揺動変位しにくくできる。しかも、上記駆動力が大きくなり、上記反力が大きくなると、上記ウォーム軸が上記ウォームホイールから離れる速度が大きくなる傾向となるが、この場合には、上記グリースの粘性抵抗も大きくなる為、上記軸受ホルダの揺動変位を抑える事ができる。こ

の為、上記ウォーム軸のウォームとウォームホイールとの歯面同士が離れる事を防止し易くできる。

【0048】

又、好ましくは、請求項15に記載した様に、上述の請求項1～14の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダを、マグネシウム合金製とする。

【0049】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸のウォームとウォームホイールとの歯面同士の衝撃によりこのウォーム軸に発生する振動を、上記軸受ホルダで吸収し易くできる為、上記ギヤハウジングに迄この振動を伝達しにくくできる。

【実施例1】

【0050】

図1～7は、請求項1～5、16に対応する、本発明の実施例1を示している。本例の電動式パワーステアリング装置は、後端部にステアリングホイール1を固定したステアリングシャフト2と、このステアリングシャフト2を挿通自在なステアリングコラム29と、このステアリングシャフト2に補助トルクを付与する為のウォーム減速装置30と、このステアリングシャフト2の前端側に設けたピニオン11（図23参照）と、このピニオン11又はこのピニオン11に支持した部材と噛み合わせたラック12（図23参照）と、トルクセンサ3（図23参照）と、電動モータ31と、制御器6（図23参照）とを備える。

【0051】

このうちのステアリングシャフト2は、アウターシャフト32と、インナーシャフト33とを、スプライン係合部により、回転力の伝達自在に、且つ軸方向に関する変位を可能に組み合わせて成る。又、本例の場合には、上記アウターシャフト32の前端部とインナーシャフト33の後端部とをスプライン係合させると共に、合成樹脂を介して結合している。従って、上記アウターシャフト32とインナーシャフト33とは、衝突時にはこの合成樹脂を破断させて、全長を縮める事ができる。

【0052】

又、上記ステアリングシャフト2を挿通した筒状のステアリングコラム29は、アウターコラム34とインナーコラム35とをテレスコプ状に組み合わせて成り、軸方向の衝撃が加わった場合に、この衝撃によるエネルギーを吸収しつつ全長が縮まる、所謂コラプシブル構造としている。そして、上記インナーコラム35の前端部を、ギヤハウジング36を構成する本体部66とカバー67とのうち、本体部66の後端面に結合固定している。このギヤハウジング36は、この本体部66の前端部に上記カバー67を、図示しないボルト等により結合して成る。又、上記インナーシャフト33を上記ギヤハウジング36の内側に挿通し、このインナーシャフト33の前端部を、上記カバー67の前端面から突出させている。

【0053】

又、上記ステアリングコラム29は、その中間部を支持ブラケット37により、ダッシュボードの下面等、車体65の一部に支承している。又、この支持ブラケット37と車体65との間に、図示しない係止部を設けて、この支持ブラケット37に前方に向かう方向の衝撃が加わった場合に、この支持ブラケット37が上記係止部から外れる様にしている。又、上記ギヤハウジング36の上端部も、上記車体65の一部に支承している。更に、チルト機構及びテレスコピック機構を設ける事により、前記ステアリングホイール1の前後位置及び高さ位置の調節を自在としている。この様なチルト機構及びテレスコピック機構は、従来から周知であり、本発明の特徴部分でもない為、詳しい説明は省略する。

【0054】

又、上記インナーシャフト33を、第一のインナーシャフト38と、第二のインナーシャフト39とを、トーションバー40（図2、3）により連結する事により構成している

。このトーションバー 40 は、この第二のインナーシャフト 39 の内側に挿通しており、このトーションバー 40 の後端部を上記第一のインナーシャフト 38 の前端部に、このトーションバー 40 の前端部を上記第二のインナーシャフト 39 の前端部に、それぞれ結合している。前記トルクセンサ 3 は、上記トーションバー 40 の捩れに基づく上記第一、第二の両インナーシャフト 38、39 の相対回転方向と相対回転量とから、ステアリングホイール 1 からステアリングシャフト 2 に加えられるトルクの方角と大きさを検出し、検出値を表す信号（検出信号）を、前記制御器 6 に送る。そして、この制御器 6 は、この検出信号に応じて、前記電動モータ 31 に駆動の為の信号を送り、所定の方角に所定の大きさで補助トルクを発生させる。

【0055】

又、上記第二のインナーシャフト 39 の前端部で、上記ギヤハウジング 36 を構成するカバー 67 の前端面から突出した部分は、自在継手 7 を介して、中間シャフト 8（図 1）の後端部に連結している。又、この中間シャフト 8 の前端部に、別の自在継手 7 を介して、ステアリングギヤ 9 の入力軸 10（図 1）を連結している。前記ピニオン 11 は、この入力軸 10 に結合している。又、前記ラック 12 は、このピニオン 11 に嚙合させている。尚、地面から車輪を介して中間シャフト 8 に加わった振動が上記ステアリングホイール 1 に伝達されるのを防止する為、上記各自在継手 7、7 に振動吸収装置を設ける事もできる。

【0056】

又、前記ウォーム減速装置 30 は、上記第二のインナーシャフト 39 の一部に外嵌固定自在なウォームホイール 18 と、ウォーム軸 19 と、弾力付与手段 68 とを備える。又、この弾力付与手段 68 は、捩りコイルばね 41 と、予圧パッド 42 とを備える。

【0057】

更に、上記ウォームホイール 18 とウォーム軸 19 とは、前記ギヤハウジング 36 の内側に設けて、このウォームホイール 18 と、このウォーム軸 19 の中間部に設けたウォーム 20 とを嚙合させている。又、上記電動モータ 31 は、上記ギヤハウジング 36 に結合固定したケース 47 と、このケース 47 の内周面に設けた、永久磁石製のステータ 48（図 4）と、このケース 47 の内側に設けた回転軸 49 と、この回転軸 49 の中間部にこのステータ 48 と対向させる状態で設けたロータ 50（図 4）とを備える。

【0058】

又、上記ケース 47 を構成する底板部 51 の中心部に設けた凹孔 52 の内周面と、上記回転軸 49 の基端部外周面との間に、第一の玉軸受 43 を設けて、上記ケース 47 に対しこの回転軸 49 の基端部（図 2、4 の左端部）を、回転自在に支持している。又、上記ケース 47 の中間部内周縁に設けた隔壁部 53 の内周縁と、上記回転軸 49 の中間部外周面との間に、第二の玉軸受 44 を設けて、この隔壁部 53 に対しこの回転軸 49 の中間部を回転自在に支持している。

【0059】

更に、前記ウォーム軸 19 の基端部（図 2、5 の左端部）内周面に設けた雌スプライン部 61 を、前記電動モータ 31 の回転軸 49 の先端部に設けた雄スプライン部 62 とスプライン係合させて成るスプライン係合部 63 により、上記両軸 19、49 の端部同士を連結している。この構成により、上記ウォーム軸 19 は、上記回転軸 49 と共に回転する。

【0060】

又、前記ギヤハウジング 36 の内側に軸受ホルダ 69 を設けると共に、この軸受ホルダ 69 に、上記ウォーム軸 19 を回転自在に支持している。この軸受ホルダ 69 は、大径筒部 70 と小径筒部 71 とを、円輪部 72 により連結している。そして、この大径筒部 70 の内側に、第三の玉軸受 45 を構成する外輪 73 を内嵌固定している。又、この外輪 73 の軸方向一端面（図 2、5 の右端面）を上記円輪部 72 の片面（図 2、5 の左側面）に突き当てると共に、この外輪 73 の軸方向他端面（図 2、5 の左端面）を、上記大径筒部 70 の内周面に係止した係止リング 74 により抑え付けている。又、上記第三の玉軸受 45

を構成する内輪 75 を、上記ウォーム軸 19 の基端寄り部分外周面で、軸方向に関して上記スプライン係合部 63 と一致する部分に外嵌固定している。更に、この内輪 75 の軸方向一端面（図 2、5 の右端面）を、上記ウォーム軸 19 の基端寄り部分外周面に設けた鍔部 76 の側面に突き当てると共に、上記内輪 75 の軸方向他端面（図 2、5 の左端面）を、上記ウォーム軸 19 の基端部内周面に係止した係止リング 77 により抑え付けている。尚、上記第三の玉軸受 45 として、好ましくは、4 点接触型の玉軸受を使用する。

【0061】

更に、本例の場合には、上記軸受ホルダ 69 を、上記ギヤハウジング 36 の内側に、揺動変位を自在に支持している。この為に、この軸受ホルダ 69 を構成する小径筒部 71 の一部で前記ウォームホイール 18 側（図 2、5 の上側）の径方向反対側 2 箇所位置に、1 対の第一の通孔 78、78 を形成している。そして、図 6 に示す様に、上記軸受ホルダ 69 の内側に揺動軸 79 を、これら各第一の通孔 78、78 を通じて、上記ウォーム軸 19 を避けつつ挿入すると共に、これら各第一の通孔 78、78 に上記揺動軸 79 の両端寄り部分を、隙間嵌めにより内嵌している。更に、この揺動軸 79 の両端部で、上記各第一の通孔 78、78 から、上記軸受ホルダ 69 の外側に突出させた部分を、上記ギヤハウジング 36 を構成する本体部 66 に設けた凹孔 80 と第二の通孔 81 とに、それぞれ隙間嵌めにより内嵌している。

【0062】

又、上記本体部 66 のうちで上記第二の通孔 81 を設けた部分の外周面に、上記ギヤハウジング 36 のカバー 67 を構成する壁部 82 を重ね合わせて、上記第二の通孔 81 からの上記揺動軸 79 の抜け止めを図っている。この構成により、上記軸受ホルダ 69 は、上記ギヤハウジング 36 に対し、上記揺動軸 79 を中心とする揺動変位を自在に支持される。尚、本例の場合と異なり、上記各第一の通孔 78、78 と、上記凹孔 80 及び第二の通孔 81 とのうちの一方に、上記揺動軸 79 の両端寄り部分を締め嵌めにより内嵌固定する事もできる。

【0063】

又、本例の場合には、上記ウォーム軸 19 の中心軸 o_1 （図 2、3、5）上から前記ウォームホイール 18 側にずれた位置である、このウォーム軸 19 のウォーム 20 とこのウォームホイール 18 とのピッチ円 P_1 、 P_2 の交点 x （図 2、3、5）を含み、上記ウォーム軸 19 の中心軸 o_1 と平行な直線 L 上の 1 点 Q （図 2、5）を通る、このウォームホイール 18 の中心軸 o_2 （図 2、3）と平行な軸を、上記揺動軸 79 の中心軸としている。

【0064】

一方、上記ウォーム軸 19 の先端部（図 2、4、5 の右端部）を、上記ギヤハウジング 36 の内側に、第四の玉軸受 46 により、回転自在に支持している。この為に、この第四の玉軸受 46 を構成する外輪 83 を、上記ギヤハウジング 36 の内側に固定した第二軸受ホルダ 84 に固定している。この第二軸受ホルダ 84 は、断面 L 字形で全体を円環状に形成しており、この第二軸受ホルダ 84 の片側（図 2、4、5 の左側）に設けた筒部 85 の内側に、上記外輪 83 を内嵌固定している。又、上記ウォーム軸 19 の先端寄り部分の外周面で、前記ウォーム 20 から外れた部分に設けた大径部 86 に、弾性材製で略円筒状のブッシュ 87 を緩く外嵌している。そして、このブッシュ 87 の内側を通じて、上記ウォーム軸 19 の先端部を、このブッシュ 87 の軸方向一端面（図 2、4、5 の右端面）から突出させている。又、このブッシュ 87 の軸方向中間部に、上記第四の玉軸受 46 を構成する内輪 88 を外嵌固定している。又、この内輪 88 の軸方向一端面（図 2、4、5 の左端面）を、上記ブッシュ 87 の軸方向他端部（図 2、4、5 の左端部）に設けた外向鍔部 89 の内側面に突き当てる事により、上記内輪 88 の軸方向の位置決めを図っている。そして、上記ブッシュ 87 の内周面と上記大径部 86 の外周面との間に微小隙間を設ける事により、このブッシュ 87 に対する上記ウォーム軸 19 の所定の範囲での傾き（径方向の変位）を自在としている。

【0065】

又、上記第二軸受ホルダ 84 の他端面（図 2、4、5 の右端面）と上記ギヤハウジング 36 に設けた凹孔 90 の底面との間に、前記弾力付与手段 68 を構成する予圧パッド 42 を設けており、この予圧パッド 42 の一部に、上記ウォーム軸 19 の先端部に設けた小径部 91 をがたつきなく挿入している。この予圧パッド 42 は、図 7 に詳示する様に、固体潤滑材を混入した合成樹脂を射出成形する等により、円筒の外周面の径方向反対側 2 箇所、の片側部分を除去した如き形状に造っている。又、上記予圧パッド 42 の外周面の径方向反対側 2 箇所位置に、平面部 92、92 と腕部 93、93 とを、それぞれウォームホイール 18 側（図 7 の上側）の半部と、このウォームホイール 18 と反対側（図 7 の下側）の端部とに設けている。そして、上記予圧パッド 42 の中心部に軸方向に貫通する状態で形成した通孔 94 に、上記ウォーム軸 19 の小径部 91 を挿入している。この通孔 94 の内周面は、この小径部 91 を支持する滑り軸受としての機能を有する。又、この通孔 94 の両端部内周面を、開口端に向かう程直径が大きくなったテーパ面としている。この様な予圧パッド 42 は、上記ギヤハウジング 36 に設けた凹孔 90 の内側に、所定の範囲での変位を自在に支持している。

【0066】

又、上記予圧パッド 42 の周囲に、前記振りコイルばね 41 を設けている。そして、この振りコイルばね 41 の両端部で、径方向反対側 2 箇所位置に設けた 1 対の係止部 95、95 を、前記第二軸受ホルダ 84 の他端面で径方向反対側 2 箇所位置に軸方向に突出する状態で設けた 1 対の係止突部 96、96 の片側に係止している。又、これら各係止突部 96、96 の先端部を、上記凹孔 90 の底面の 2 箇所位置に設けた図示しない孔部に内嵌している。この構成により、前記ギヤハウジング 36 に対する上記各係止突部 96、96 の位置が規制される。そして、上記予圧パッド 42 の外周面のうち、上記ウォームホイール 18 と反対側に設けた第一部分円筒面部 97 に、上記振りコイルばね 41 の内周縁を弾性的に押し付ける事により、上記ウォーム軸 19 の先端部に、上記予圧パッド 42 を介して、前記ウォームホイール 18 に向かう方向の弾力を付与している。

【0067】

即ち、上記予圧パッド 42 に設けた通孔 94 に上記ウォーム軸 19 の先端部を挿入する以前の状態で、この通孔 94 の中心軸は、上記第二軸受ホルダ 84 の中心軸に対し、片側（図 2、3、5、7 の上側）に片寄っている。この為、上記予圧パッド 42 に設けた通孔 94 の内側に上記ウォーム軸 19 の先端部を挿入すると、この予圧パッド 42 に設けた第一部分円筒面部 97 により、上記振りコイルばね 41 の直径が弾性的に押し広げられる。そして、この振りコイルばね 41 が巻き戻る（直径を縮める）方向に弾性復帰する傾向となり、この振りコイルばね 41 から上記ウォーム軸 19 の先端部に、上記ウォームホイール 18 に向かう方向の弾力が付与される。この構成により、このウォームホイール 18 を外嵌固定した前記第二のインナーシャフト 39 と上記ウォーム軸 19 との、中心軸同士の間隔は弾性的に縮まる。そして、上記ウォーム軸 19 のウォーム 20 と上記ウォームホイール 18 との歯面同士が、予圧を付与された状態で当接する。

【0068】

又、本例の場合には、上記予圧パッド 42 の外周面のうち、上記ウォームホイール 18 側に設けた第二部分円筒面部 98 の曲率半径を、上記第一部分円筒面部 97 の曲率半径よりも小さくしている。又、上記予圧パッド 42 の周囲に上記振りコイルばね 41 を設けた状態で、この振りコイルばね 41 を構成する各 1 巻きずつの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素の表面との間（線間）に、軸方向の隙間を設けている。

【0069】

尚、上記ウォーム軸 19 と前記第三の玉軸受 45 及び軸受ホルダ 69 とを、前記ギヤハウジング 36 の内側に組み付けるのには、先ず、このウォーム軸 19 の基端部の周囲に、上記第三の玉軸受 45 及び軸受ホルダ 69 を組み付ける。次いで、これらウォーム軸 19 と第三の玉軸受 45 と軸受ホルダ 69 とを、上記ギヤハウジング 36 の内側に配置する。そして、この軸受ホルダ 69 に設けた各第一の通孔 78、78 と、このギヤハウジング 3

6を構成する本体部66の一部で互いに対向する2個所位置に設けた凹孔80及び第二の通孔81とを整合させた状態で、これら各第一、第二の通孔78、81及び凹孔80に、前記揺動軸79を挿通支持する。又、上記本体部66のうちでこの第二の通孔81を設けた部分に、上記ギヤハウジング36のカバー67を構成する壁部82を重ね合わせた状態で、上記本体部66とこのカバー67とを、図示しないボルト等により結合する。

【0070】

上述の様に、本例のウォーム減速装置とこれを組み込んだ電動式パワーステアリング装置の場合には、振りコイルばね41と予圧パッド42とから成る弾力付与手段68により、ウォーム軸19の先端部に、ウォームホイール18に向かう方向の弾力を付与している。この為、これらウォームホイール18とウォーム軸19のウォーム20との噛合部に予圧を付与する事ができ、この噛合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。しかも、本例の場合には、上記ウォーム軸19の揺動中心軸となる、揺動軸79を、このウォーム軸19の中心軸o₁上から上記ウォームホイール18側にずれた位置に、このウォームホイール18の中心軸o₂と平行に設けている。この為、上記ウォーム軸19からこのウォームホイール18に、電動モータ31の駆動力を伝達する際に、このウォームホイール18からこのウォーム軸19に、このウォーム軸19の軸方向に反力が加わるのにも拘らず、この軸方向の反力に基づきこのウォーム軸19に発生するモーメントを小さく若しくは0にできる。従って、上記ウォームホイール18から上記ウォーム軸19に加わる径方向の反力が、上記モーメントの影響により変動するのを抑える事ができる。従って、ステアリングホイール1を回転させるのに要する力やこのステアリングホイール1の戻り性能の、両回転方向での差を抑える事ができる。

【0071】

特に、本例の場合には、上記ウォーム軸19の中心軸o₁上から上記ウォームホイール18側にずれた位置である、このウォーム軸19のウォーム20とこのウォームホイール18とのピッチ円P₁、P₂の交点xを含み、このウォーム軸19の中心軸o₁と平行な直線L上の1点Qを通る、このウォームホイール18の中心軸o₂と平行な軸を、上記揺動軸79の中心軸としている。この為、上記ウォームホイール18から上記ウォーム軸19に、このウォーム軸19の軸方向に反力が加わるのにも拘らず、この軸方向の反力に基づきこのウォーム軸19にモーメントが発生する事をなくす(0にする)事ができる。従って、上記ステアリングホイール1を回転させるのに要する力やこのステアリングホイール1の戻り性能の、両回転方向での差をなくす事ができる。

【0072】

又、本例の場合には、第三の玉軸受45を支持した軸受ホルダ69をギヤハウジング36に対し、揺動変位自在に支持している為、この第三の玉軸受45として、従来から一般的に使用しているものを使用しつつ、この第三の玉軸受45を上記ギヤハウジング36に対し揺動変位を自在に支持でき、コストの上昇を抑える事ができる。

【0073】

更に、本例の場合には、上記ウォーム軸19の軸方向に関して、このウォーム軸19の両端部を支持する第三、第四の玉軸受45、46のうち、電動モータ31側の第三の玉軸受45と、上記ウォーム軸19のウォーム20とウォームホイール18との噛合部との間に上記揺動軸79を設けている。この為、このウォーム軸19の電動モータ31側の基端部の揺動変位量を少なくしつつ、上記噛合部に大きな予圧を付与する事ができ、この噛合部での耳障りな歯打ち音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

【0074】

又、上記噛合部に関して、上記揺動軸79と反対側に前記弾力付与手段68を設けている。この為、この弾力付与手段68を構成する振りコイルばね41の弾性変形量を大きくでき、上記ウォーム軸19に付与する弾力の大きさを調節し易くできる。

【0075】

又、本例の場合には、上記予圧パッド42が合成樹脂製である為、上記ウォーム軸19の先端部を、この予圧パッド42に設けた通孔94の内側に挿入し易くできる。又、上記

振りコイルばね 41 を構成する各 1 巻きの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素の表面とが軸方向に接触している場合には、この接触部で生じる摩擦が、上記振りコイルばね 41 により上記ウォーム軸 19 に付与する弾力が不適切に変化する原因となる。これに対して、本例の場合には、上記各 1 巻きの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素との表面同士の間軸方向の隙間を設けている為、上記ウォーム軸 19 に所定の弾力を、より安定して付与できる。

【実施例 2】

【0076】

図 8～9 は、請求項 1～7、16 に対応する、本発明の実施例 2 を示している。本例の場合には、ギヤハウジング 36 に対し軸受ホルダ 69 を揺動変位を自在に支持する為の揺動軸 79 の両端寄り部分外周面と、この軸受ホルダ 69 に設けた各第一の通孔 78、78 の内周面との間に弾性リング 99、99 を、それぞれ設けている。これら各弾性リング 99、99 は、それぞれが金属製である内径側円筒部 100 と外径側円筒部 101 とを、弾性材であるゴム製の連結部 102、102 により、互いに同心に連結している。即ち、これら各連結部 102、102 を、上記両円筒部 100、101 に加硫接着して、これら両円筒部 100、101 同士を連結している。又、これら各連結部 102、102 は、これら両円筒部 100、101 の間部分の径方向反対側 2 箇所位置に互いに離隔した状態で設けている。具体的には、この間部分のうちのウォームホイール 18 (図 2、3、5 参照) 側と反対側との端部の 2 箇所位置 (図 8、9 の上下方向両端部の 2 箇所位置) に上記各連結部 102、102 を設けており、これら各連結部 102、102 を設けた部分と位相が 90 度異なる、ウォーム軸 19 の軸方向に関して両端部 (図 8 の表裏方向両端部、図 9 の左右方向両端部) を、空間部 103、103 としている。この構成により、上記揺動軸 79 の径方向に関する上記各弾性リング 99、99 の剛性が、円周方向で異なる。又、上記ウォーム軸 19 の軸方向に関する、これら各弾性リング 99、99 の剛性が低くなる。

【0077】

この様な本例のウォーム減速装置によれば、ウォーム軸 19 の回転トルクを徒に増大させる事なく、このウォーム軸 19 のウォーム 20 とウォームホイール 18 との噛合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。即ち、このウォーム軸 19 をギヤハウジング 36 に対し軸方向に対する変位を不能として支持している場合には、上記ウォームホイール 18 に回転振動が入力された場合に、上記ウォーム軸 19 が回転運動し易くなる。又、このウォーム軸 19 には慣性モーメントが大きい電動モータ 31 の回転軸 49 (図 2、4、5 参照) を連結している為、上記ウォームホイール 18 の回転振動に基づき、このウォーム軸 19 のウォーム 20 と上記ウォームホイール 18 との歯面同士の間で伝達される力が大きくなる。そうすると、この力が加わった場合でもこれら両歯面同士が離れない様にする為には、上記ウォーム軸 19 に付与する弾力を大きくする必要があるが、この弾力が過大になった場合には、このウォーム軸 19 の回転トルクを徒に増大させる事となる。これに対して、本例の場合には、軸受ホルダ 69 と揺動軸 79 との間に、一部が弾性材製である弾性リング 99、99 を設けている為、上記ウォームホイール 18 に回転振動が入力された場合に、上記ウォーム軸 19 を軸方向に変位し易くでき、このウォーム軸 19 を回転運動しにくくできる。この為、上記各歯面同士の間で伝達される力を小さくできる。この結果、このウォーム軸 19 の回転トルクを徒に増大させる事なく、これら各歯面同士が離れる事を防止でき、上記噛合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。更に、これら両歯面同士の衝合に基づく振動を、上記ギヤハウジング 36 に迄伝達しにくくでき、この振動に基づく異音の発生を抑える事ができる。

【0078】

又、本例の場合には、上記各弾性リング 99、99 の剛性を円周方向で異ならせると共に、ウォーム軸 19 の軸方向に関する各弾性リング 99、99 の剛性を低くしている。この為、これら各弾性リング 99、99 全体の必要とする剛性を確保しつつ、ギヤハウジング 36 に対し上記ウォーム軸 19 を軸方向に変位し易くできる。従って、このウォーム軸 19 の回転トルクが増大するのを、より効果的に抑える事ができる。

その他の構成及び作用に就いては、上述した実施例 1 の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例 3】

【0079】

図 10 は、やはり請求項 1～7、16 に対応する、本発明の実施例を示している。本例の場合には、上述の図 8～9 に示した実施例 2 で使用した弾性リング 99、99 を、ギヤハウジング 36 に設けた凹孔 80 及び第二の通孔 81 の内周面と、揺動軸 79 の両端部外周面との間に設けている。その他の構成及び作用に就いては、上述した実施例 2 と同様である。尚、上述の図 8～10 に示した実施例 2、3 の構造で、弾性リング 99 の連結部 102 を構成する弾性材として、ゴム以外のエラストマー、合成樹脂等を使用する事もできる。又、弾性リング 99 の全体を、合成樹脂等の弾性材製とする事もできる。

【実施例 4】

【0080】

図 11～12 は、請求項 1～4、8、10～12、16 に対応する、本発明の実施例 4 を示している。本例の場合には、前述の図 1～7 に示した実施例 1 の構造で、弾力付与手段であるコイルばね 106 を、電動モータ 31 の回転軸 49 と、ウォーム軸 19 との間に設けている。即ち、本例の場合には、この回転軸 49 の一端面（図 11 の右端面）に凹部 104 を設けると共に、この凹部 104 の底面と、上記ウォーム軸 19 の基端面（図 11 の左端面）に設けたスプライン孔 105 の底面との間に、上記コイルばね 106 を設けている。そして、このコイルばね 106 により、上記ウォーム軸 19 に上記回転軸 49 から離れる方向の弾力を付与している。又、本例の場合も、上述した各例の場合と同様に、上記ウォーム軸 19 の揺動中心となる揺動軸 79 を、このウォーム軸 19 の中心軸 o_1 上からウォームホイール 18 側（図 11 の上側）にずれた位置に設けている。この構成により、このウォーム軸 19 は、上記揺動軸 79 を中心として、このウォームホイール 18 側に弾性的に揺動変位する。

【0081】

又、本例の場合には、上記ウォーム軸 19 の先端部外周面を、段付でない単なる円筒面とすると共に、この先端部を、ギヤハウジング 36 に設けた凹孔 90 の内側に配置している。そして、この凹孔 90 の内周面と上記ウォーム軸 19 の先端部外周面との間に、請求項に記載した第二の弾性リングに相当する、弾性リング 107 と、第四の玉軸受 46 とを設けている。このうちの第四の玉軸受 46 は、内輪 88 を上記ウォーム軸 19 の先端部に外嵌固定する事により、この先端部の周囲に設けている。

【0082】

又、上記弾性リング 107 は、図 12 に詳示する様に、それぞれが金属製である内径側円筒部 108 と外径側円筒部 109 とを、ゴムの如きエラストマー等の弾性材製の連結部 110、110 により、互いに同心に結合している。又、これら各連結部 110、110 は、上記両円筒部 108、109 の間部分の径方向反対側 2 箇所位置に互いに離隔した状態で設けている。具体的には、この間部分のうちの上記ウォーム軸 19 の揺動変位方向（図 12 の上下方向）に関して位相が 90 度異なる方向（図 12 の左右方向）の両端部 2 箇所位置にのみ、上記各連結部 110、110 を設けている。この構成により、上記弾性リング 107 の剛性が、上記ウォーム軸 19 の揺動変位方向に関するもので低くなり、この揺動変位方向と 90 度異なる方向に関するもので高くなる。

【0083】

又、本例の場合には、上記各内径側、外径側円筒部 108、109 の間部分で、上記ウォーム軸 19 の揺動変位方向の両端部に位置する、上記外径側円筒部 109 の内周面の 2 箇所位置に、ゴムの如きエラストマー等の弾性材製の断面部分円弧形のストッパ部 111、111 を設けている。又、これら各ストッパ部 111、111 の内周面と、上記内径側円筒部 108 の外周面との間に、微小隙間を設けている。これら各ストッパ部 111、111 は、上記ウォーム軸 19 が過度に揺動変位する傾向となった場合に、上記内径側円筒部 108 の外周面と当接する事により、このウォーム軸 19 の過度の揺動変位を防止する

。この様な弾性リング 107 は、前記第四の玉軸受 46 を構成する外輪 83 に、上記内径側円筒部 108 を外嵌固定すると共に、前記ギヤハウジング 36 に設けた凹孔 90 に、上記外径側円筒部 109 を内嵌固定する事で、上記ウォーム軸 19 とギヤハウジング 36 との間に設けている。

【0084】

上述の様に構成する本例の場合には、電動モータ 31 の回転軸 49 の一端面と、ウォーム軸 19 の基端面との間にコイルばね 106 を設けている為、このウォーム軸 19 の基端部に係止した係止リング 77 を介して、第三の玉軸受 45 に、上記コイルばね 106 の弾力に基づく予圧を付与できる。この為、異音の発生を抑えつつ、上記第三の玉軸受 45 として、軸方向隙間が比較的大きい、深溝型の玉軸受を使用でき、コストの低減を図れる。

【0085】

又、本例の場合には、上記ウォーム軸 19 の先端部を支持する第四の玉軸受 46 とギヤハウジング 36 との間に弾性リング 107 を設ける事により、このギヤハウジング 36 に対する上記ウォーム軸 19 の揺動変位を自在としている。この為、このウォーム軸 19 のウォーム 20 とウォームホイール 18 との啮合部での歯打ち音の発生抑制効果を損なう事なく、このウォーム軸 19 の先端部と上記第四の玉軸受 46 とが衝合する事による異音の発生を防止できる。

【0086】

又、本例の場合には、上記第四の玉軸受 46 とギヤハウジング 36 との間に設けた弾性リング 107 の剛性を、上記ウォーム軸 19 の揺動変位方向に関するもので低くすると共に、この揺動変位方向と 90 度位相が異なる方向に関するもので高くしている。この為、上記ウォーム軸 19 が不用意な方向に変位する事を防止しつつ、上記ウォームホイール 18 側へのこのウォーム軸 19 の揺動変位をより行ない易くして、上記啮合部での歯打ち音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

【0087】

又、本例の場合には、上記弾性リング 107 に、上記ウォーム軸 19 の揺動変位を規制する為のストッパ部 111、111 を設けている為、このウォーム軸 19 が過度に揺動変位するのを防止できる。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図 1～7 に示した実施例 1 の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例 5】

【0088】

図 13 は、請求項 1～4、9、10～12、16 に対応する、本発明の実施例 5 を示している。本例の場合には、上述の図 11～12 に示した実施例 4 の構造で、弾力付与手段であるコイルばね 106 を、軸受ホルダ 69 とギヤハウジング 36 との間に設けている。即ち、本例の場合には、このギヤハウジング 36 の内面と、上記軸受ホルダ 69 を構成する大径筒部 70 の外周面に設けた凹孔 112 の底部との間に、上記コイルばね 106 を設けている。そして、このコイルばね 106 により、上記ウォーム軸 19 の基端部に径方向の弾力を付与している。又、このコイルばね 106 は、このウォーム軸 19 の軸方向に関して、このウォーム軸 19 の揺動中心となる揺動軸 79 よりも、このウォーム軸 19 の基端側にずれた位置に設けている。この構成により、このウォーム軸 19 は、上記揺動軸 79 を中心として、上記ウォームホイール 18 側に弾性的に揺動変位する。

【0089】

この様な本例の場合には、上記ウォーム軸 19 と電動モータ 31 の回転軸 49 とを連結して成る部分の全長を大きくする事なく、上記啮合部に予圧を付与できる。

その他の構成及び作用に就いては、上述の図 11～12 に示した実施例 4 の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例 6】

【0090】

図14は、請求項1～4、8、10、16に対応する、本発明の実施例6を示している。本例の場合には、前述の図11～12に示した実施例4の構造で、ウォーム軸19の両端部を支持する為の第三、第四の両玉軸受45、46を、軸受ホルダ69aにより支持している。この為、本例の場合には、上記軸受ホルダ69aを構成する小径筒部71aの全長を大きくすると共に、この小径筒部71aの軸方向中間部で円周方向一部に通孔113を形成している。そして、上記軸受ホルダ69aの内側に上記ウォーム軸19を設けると共に、このウォーム軸19の基端部外周面及び上記軸受ホルダ69aを構成する大径筒部70の内周面の間と、このウォーム軸19の先端部外周面及び上記小径筒部71aの先端部内周面の間とに、それぞれ第三、第四の各玉軸受45、46を設けている。又、上記小径筒部71aの先端部外周面と、ギヤハウジング36に設けた凹孔90の内周面との間に、ゴムの如きエラストマー等の弾性材製の弾性リング114（請求項10に記載した弾性材に相当する。）を設けている。更に、上記ウォーム軸19のウォーム20の一部で、上記小径筒部71aに設けた通孔113からこの小径筒部71a外に露出した部分を、ウォームホイール18と噛合させている。

【0091】

この様な本例の場合には、前述の図11～12に示した実施例4の場合と同様に、上記ウォーム軸19のウォーム20とウォームホイール18との噛合部での歯打ち音の発生抑制効果を損なう事なく、このウォーム軸19の先端部と第四の玉軸受46とが衝合する事による異音の発生を防止でき、更に、このウォーム軸19の過度の揺動変位を防止できる。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図11～12に示した実施例4の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例7】

【0092】

図15は、やはり請求項1～4、8、10、16に対応する、本発明の実施例7を示している。本例の場合には、上述の図14に示した実施例6の構造で、ギヤハウジング36の一部で、ウォーム軸19の先端面と対向する部分に、このギヤハウジング36の内外両面を貫通する貫通孔115を形成している。又、この貫通孔115に、ゴムの如きエラストマー、合成樹脂等の弾性材により造った、有底円筒状のキャップ116を内嵌固定している。そして、このキャップ116を構成する筒部117の先端部内周面に設けた突部118に、軸受ホルダ69aを構成する小径筒部71aの先端部を内嵌支持している。本例の場合、上記キャップ116が請求項10に記載した弾性材に相当する。

その他の構成及び作用に就いては、上述の図14に示した実施例6の場合と同様である為、重複する説明は省略する。

【実施例8】

【0093】

図16～17は、請求項1～4、8、10～12、16に対応する、本発明の実施例8を示している。本例の場合には、前述の図14に示した実施例6の構造で、軸受ホルダ69aの小径筒部の先端開口を塞ぐ板部119を設けると共に、この板部119の先端面中心部に軸方向に突出する軸部120を設けている。そして、この軸部120の外周面と、ギヤハウジング36に設けた凹孔90の内周面との間に、請求項11に記載した第二の弾性リングに相当する、弾性リング121を設けている。この弾性リング121は、図17に詳示する様に、それぞれが金属製である外径側円筒部122と内径側円筒部123とを、ゴムの如きエラストマー等の弾性材製の連結部124により互いに同心に連結している。又、この外径側円筒部122の軸方向片半部（図16の左半部）を、上記内径側円筒部123の軸方向一端面（図16の左端面）よりも軸方向に突出させて、上記外径側円筒部122の全長をこの内径側円筒部123の全長よりも大きくしている。又、上記連結部124の軸方向一端面（図16の左端面）の外周縁部に軸方向に突出した突部125を設けると共に、この突部125を、上記外径側円筒部122の軸方向片半部内周面に結合している。

【0094】

更に、上記連結部124の一部で、ウォーム軸19の揺動変位方向（図16、17の上下方向）両端部に位置する、径方向反対側2箇所位置に、軸方向に貫通する通孔126、126を設けている。この構成により、上記弾性リング121の剛性は、上記ウォーム軸19の揺動変位方向に関するもので低くなると共に、この揺動変位方向と90度位相が異なる方向に関するもので高くなる。この様な弾性リング121は、上記ギヤハウジング36に設けた凹孔90に上記外径側円筒部122を内嵌固定すると共に、上記軸受ホルダ69aの先端面に設けた軸部120に上記内径側円筒部123を外嵌固定する事で、上記ギヤハウジング36とこの軸部120との間に設けている。又、上記連結部124に設けた突部125の内周面に、この軸受ホルダ69aを構成する小径筒部71aの先端部外周面を、微小隙間を介して対向させている。本例の場合、この突部125が、ウォーム軸19の揺動変位を規制する為のストッパ部に相当する。

【0095】

この様な本例の場合には、弾性リング121の剛性が低い部分と、ウォーム軸19の過度の揺動変位を防止するストッパ部としての機能を果たす突部125とを、上記弾性リング121の軸方向にずらせている。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図14に示した実施例6の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例9】

【0096】

図18は、請求項1～4、9、10、16に対応する、本発明の実施例9を示している。本例の場合には、前述の図13に示した実施例5の構造と、前述の図14に示した実施例6の構造とを組み合わせた如き構造を有する。即ち、本例の場合には、図14に示した実施例6の構造で、第三の玉軸受45と第四の玉軸受46（図14参照）とを支持する、軸受ホルダ69aを構成する大径筒部70の外周面と、ギヤハウジング36の内面との間に、コイルばね106を、この軸受ホルダ69aの径方向に設けている。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図13に示した実施例5及び図14に示した実施例6の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例10】

【0097】

次に、図19～20は、請求項1～4、9、10、13、16に対応する、本発明の実施例10を示している。本例の場合には、前述の図14に示した実施例6の構造で、電動モータ31の回転軸49aの一端部（図19の右端部）と、ウォーム軸19aの基端面（図19の左端部）とを、弾性材製の結合リング127を介して、互いの相対回転を阻止した状態で連結している。この結合リング127は、図20に詳示する様に、ゴムの如きエラストマー等の弾性材により、円筒状に造っており、円周方向等間隔複数箇所（図示の例の場合は8箇所）に、軸方向に貫通する断面略三角形の通孔128、128を形成している。

【0098】

又、上記ウォーム軸19aの基端面（図19の左端面）の外径寄り部分と、上記回転軸49aの一端面（図19の右端面）の外径寄り部分との円周方向複数箇所（図示の例の場合には4箇所）で、上記結合リング127に設けた一つ置きの通孔128、128に整合する位置に、それぞれ軸方向に突出する突部129a、129bを設けている。これら各突部129a、129bは、上記結合リング127に設けた各通孔128、128に、それぞれがたつきなく内嵌自在としている。そして、上記ウォーム軸19aに設けた各突部129a、129aと、上記回転軸49aに設けた各突部129b、129bとを、上記結合リング127の軸方向両側から上記各通孔128、128に、円周方向に関して交互にがたつきなく内嵌する事により、上記ウォーム軸19aと回転軸49aとを、上記結合リング127を介して連結している。又、本例の場合には、上記ウォーム軸19aの基端

面中心部に設けた通孔 130 の底面と、上記回転軸 49a の一端面中心部との間にコイルばね 106 を設けて、上記ウォーム軸 19a に、この回転軸 49a から離れる方向の弾力を付与している。

【0099】

このような本例の場合には、上記ウォーム軸 19a と回転軸 19a とを結合リング 127 を介して連結している為、上記回転軸 49a とウォーム軸 19a との間で、回転振動を伝達しにくくできる。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図 14 に示した実施例 6 の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【0100】

尚、図示は省略するが、本例の場合と異なり、上記結合リング 127 に設けた各通孔 128、128 の形成位置に、これら各通孔 128、128 の代わりに、それぞれ複数ずつの第一、第二の凹部を、円周方向に交互に設ける事もできる。又、これら各第一、第二の凹部の底部を、上記結合リング 127 の軸方向に関して反対側とする。そして、ウォーム軸 19a の基端面に設けた各突部 129a、129a と、上記回転軸 49a の一端面に設けた各突部 129b、129b とを、上記各第一、第二の凹部にそれぞれ内嵌する事により、上記ウォーム軸 19a と回転軸 49a とを上記結合リング 127 を介して連結する。

【0101】

又、上述した各例に於いて、ウォーム軸 19、19a の両端寄り部分を回転自在に支持する第三、第四の玉軸受 45、46 のうちの少なくとも一方の玉軸受 45 (又は 46) を支持する軸受ホルダ 69、69a と、ギヤハウジング 36 との間にグリースを充填する事もできる。このような構成を採用した場合には、上記ウォーム軸 19、19a とウォームホイール 18 との間で駆動力を伝達する際に、このウォームホイール 18 からこのウォーム軸 19、19a に加わる反力に基づき、このウォーム軸 19、19a がこのウォームホイール 18 から離れる傾向となった場合に、上記軸受ホルダ 69、69a を揺動変位しにくくできる。しかも、上記駆動力が大きくなり、上記反力が大きくなると、上記ウォーム軸 19、19a が上記ウォームホイール 18 から離れる速度が大きくなる傾向となるが、この場合には、グリースの粘性抵抗も大きくなる。この為、上記軸受ホルダ 69、69a の揺動変位を抑える事ができ、上記ウォーム軸 19、19a のウォーム 20 とウォームホイール 18 との歯面同士が離れる事を防止し易くできる。

【0102】

又、上述した各例に於いて、ウォーム軸 19、19a の両端寄り部分を回転自在に支持する第三、第四の玉軸受 45、46 のうちの少なくとも一方の玉軸受 45 (又は 46) を支持する軸受ホルダ 69、69a を、マグネシウム合金製とする事もできる。このような構成を採用した場合には、上記ウォーム軸 19、19a のウォーム 20 とウォームホイール 18 との歯面同士の衝合によりこのウォーム軸 19、19a に発生する振動を、上記軸受ホルダ 69、69a で吸収し易くできる為、ギヤハウジング 36 に迄この振動を伝達しにくくできる。

【0103】

又、上述した各例の場合には、ピニオン軸 10 (図 1、23 参照) の端部に固定したピニオン 11 とラック 12 (図 23 参照) とを直接噛合させているが、本発明はこの様な構造に限定するものではない。例えば、ピニオン軸の下端部に設けたピンを、このピニオン軸と別体に設けたピニオンギヤの長孔内に、この長孔の長さ方向の変位を自在として係合させると共に、このピニオンギヤとラックとを噛合させて、車速に応じてステアリングシャフトの回転角度に対するラックの変位量の比を変化させる、所謂車速応動可変ギヤレシオ機構 (VGS) を組み込んだ構造と、上述した各例の構造とを組み合わせる事もできる。

【0104】

又、本発明は、電動モータ 3.1 を、ステアリングシャフト 2 の周囲に設ける構造に限定するものでもない。例えば、図 21 に示す様に、ラック 12 と噛合させるピニオン 11 (

図 2 3 参照) の周辺部に、電動モータ 3 1 を設けた構造とする事もできる。そして、この様な図 2 1 に示す構造の場合には、上記ピニオン 1 1 又はこのピニオン 1 1 に支持した部材の一部に、ウォーム減速装置 3 0 を構成するウォームホイールを固定する。この様な図 2 1 に示した構造の場合には、トルクセンサ 3 (図 2 3 参照) を、ステアリングシャフト 2 の周囲ではなく、上記ピニオン 1 1 の周辺部に設ける事もできる。

【0105】

又、図 2 2 に示す様に、ラック 1 2 の一部で、ピニオン 1 1 との係合部から外れた位置に噛合させたサブピニオン 1 3 1 の周辺部に、電動モータ 3 1 を設ける事もできる。この図 2 2 に示す構造の場合には、このサブピニオン 1 3 1 に固定したウォームホイールと、ウォーム軸 1 9 (1 9 a) とを噛合させる。この様な図 2 2 に示した構造の場合にも、トルクセンサ 3 (図 2 3 参照) を、上記ピニオン 1 1 の周辺部に設ける事ができる。尚、図 2 2 に示した構造の場合には、中間シャフト 8 の中間部に、地面から車輪を介して上記ピニオン 1 1 に伝達された振動を、ステアリングホイール 1 に迄伝達されるのを防止する為の緩衝装置 1 3 2 を設けている。例えば、この緩衝装置 1 3 2 は、インナーシャフトとアウターシャフトとをテレスコープ状に組み合わせると共に、これら両シャフトの端部周囲同士の間弾性材を結合する事により構成する。

【図面の簡単な説明】

【0106】

- 【図 1】 本発明の実施例 1 を、一部を切断して示す図。
- 【図 2】 図 1 の A-A 部分の部分切断面図。
- 【図 3】 図 2 の B-B 断面図。
- 【図 4】 電動モータの断面図。
- 【図 5】 図 2 の部分拡大図。
- 【図 6】 図 5 の C-C 断面図。
- 【図 7】 同 D-D 断面図。
- 【図 8】 本発明の実施例 2 を示す、図 6 と同様の図。
- 【図 9】 図 8 の E-E 断面図。
- 【図 10】 本発明の実施例 3 を示す、図 8 と同様の図。
- 【図 11】 同実施例 4 を示す、図 5 と同様の図。
- 【図 12】 図 11 の F-F 断面図。
- 【図 13】 本発明の実施例 5 を示す、図 2 の G 部に相当する拡大断面図。
- 【図 14】 同実施例 6 を示す、図 5 と同様の図。
- 【図 15】 同実施例 7 を示す、図 14 の H 部に相当する拡大断面図。
- 【図 16】 同実施例 8 を示す、図 15 と同様の図。
- 【図 17】 弾性リングのみを取り出して示す、図 16 の I-I 断面図。
- 【図 18】 本発明の実施例 9 を示す、図 14 の J 部に相当する拡大断面図。
- 【図 19】 同実施例 10 を示す、図 18 と同様の図。
- 【図 20】 図 19 の K-K 断面図。
- 【図 21】 電動モータをピニオンの周辺部に設けた構造の 1 例を示す図。
- 【図 22】 電動モータをサブピニオンの周辺部に設けた構造の 1 例を示す図。
- 【図 23】 本発明の対象となる電動式パワーステアリング装置の全体構造を示す略図。

【図 24】 ウォーム減速装置の従来構造の 1 例を示す断面図。

【図 25】 図 24 の L-L 断面図。

【図 26】 ウォーム軸とウォームホイールとの間で駆動力を伝達する際に、これら両部材に加わる力の分力を示す略斜視図。

【図 27】 電動モータの所定方向の回転駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる反力の方向を説明する為の略断面図。

【図 28】 電動モータの上記所定方向とは逆方向の回転駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる反力の方向を説明する為の略断面図。

【符号の説明】

【0 1 0 7】

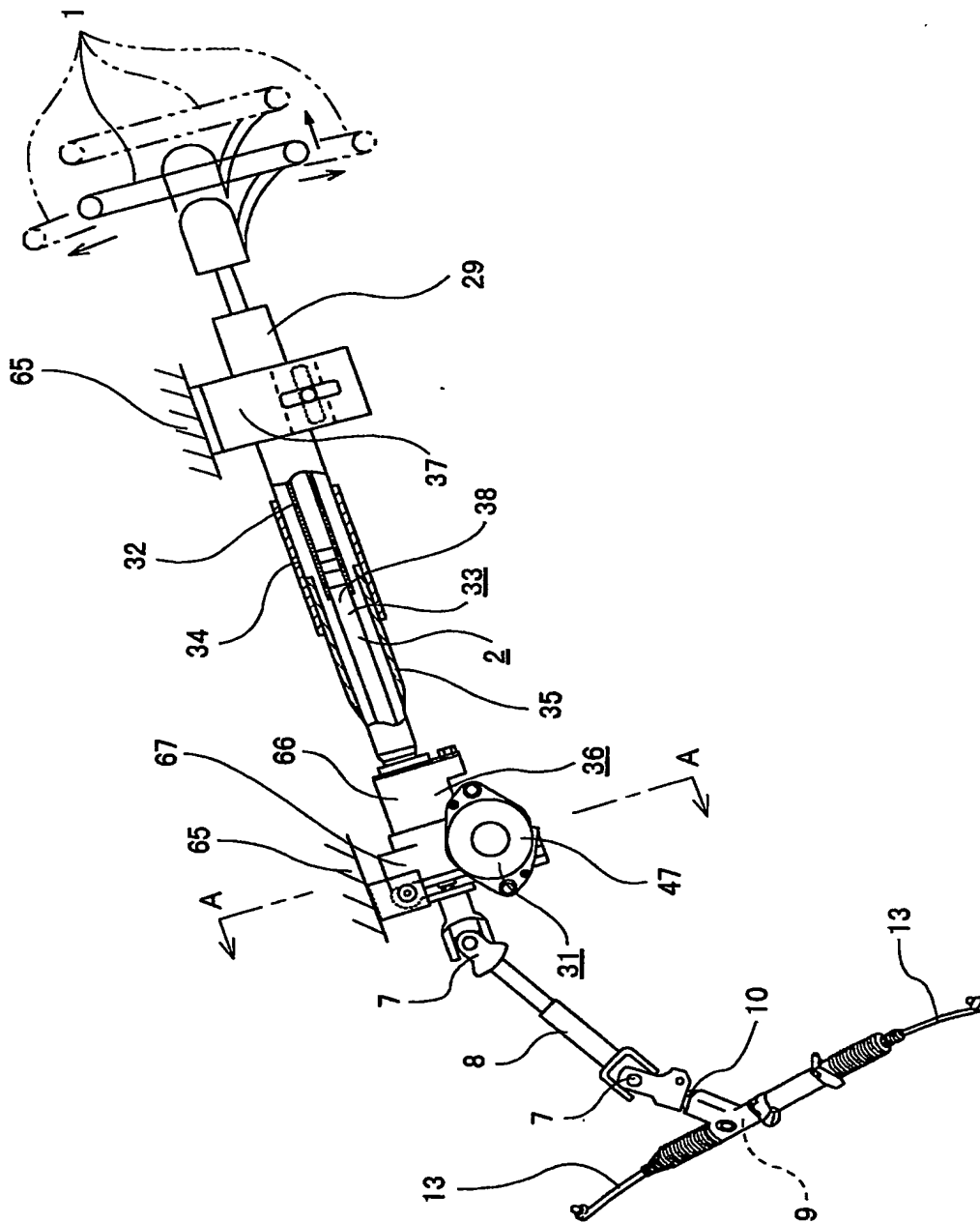
- 1 ステアリングホイール
- 2 ステアリングシャフト
- 3 トルクセンサ
- 4 減速機
- 5 電動モータ
- 6 制御器
- 7 自在継手
- 8 中間シャフト
- 9 ステアリングギヤ
- 1 0 入力軸
- 1 1 ピニオン
- 1 2 ラック
- 1 3 タイロッド
- 1 4 操舵輪
- 1 5 ステアリングシャフト
- 1 6 電動モータ
- 1 7 ウォーム減速装置
- 1 8 ウォームホイール
- 1 9 ウォーム軸
- 2 0 ウォーム
- 2 1 ギヤハウジング
- 2 2 a、2 2 b 転がり軸受
- 2 3 回転軸
- 2 4 凹孔
- 2 5 弾力付与手段
- 2 6 内径側円筒部
- 2 7 外径側円筒部
- 2 8 円輪部
- 2 9 ステアリングコラム
- 3 0 ウォーム減速装置
- 3 1 電動モータ
- 3 2 アウターシャフト
- 3 3 インナーシャフト
- 3 4 アウターコラム
- 3 5 インナーコラム
- 3 6 ギヤハウジング
- 3 7 支持ブラケット
- 3 8 第一のインナーシャフト
- 3 9 第二のインナーシャフト
- 4 0 トーションバー
- 4 1 振りコイルばね
- 4 2 予圧パッド
- 4 3 第一の玉軸受
- 4 4 第二の玉軸受
- 4 5 第三の玉軸受
- 4 6 第四の玉軸受
- 4 7 ケース
- 4 8 ステータ

- 49、49a 転軸
- 50 ロータ
- 51 底板部
- 52 凹孔
- 53 隔壁部
- 61 雌スプライン部
- 62 雄スプライン部
- 63 スプライン係合部
- 64 外輪
- 65 車体
- 66 本体部
- 67 カバー
- 68 弾力付与手段
- 69、69a 軸受ホルダ
- 70 大径筒部
- 71、71a 小径筒部
- 72 円輪部
- 73 外輪
- 74 係止リング
- 75 内輪
- 76 鏑部
- 77 係止リング
- 78 第一の通孔
- 79 揺動軸
- 80 凹孔
- 81 第二の通孔
- 82 壁部
- 83 外輪
- 84 第二軸受ホルダ
- 85 筒部
- 86 大径部
- 87 ブッシュ
- 88 内輪
- 89 外向鏑部
- 90 凹孔
- 91 小径部
- 92 平面部
- 93 腕部
- 94 通孔
- 95 係止部
- 96 係止突部
- 97 第一部分円筒面部
- 98 第二部分円筒面部
- 99 弾性リング
- 100 内径側筒部
- 101 外径側筒部
- 102 連結部
- 103 空間部
- 104 凹部
- 105 スプライン孔

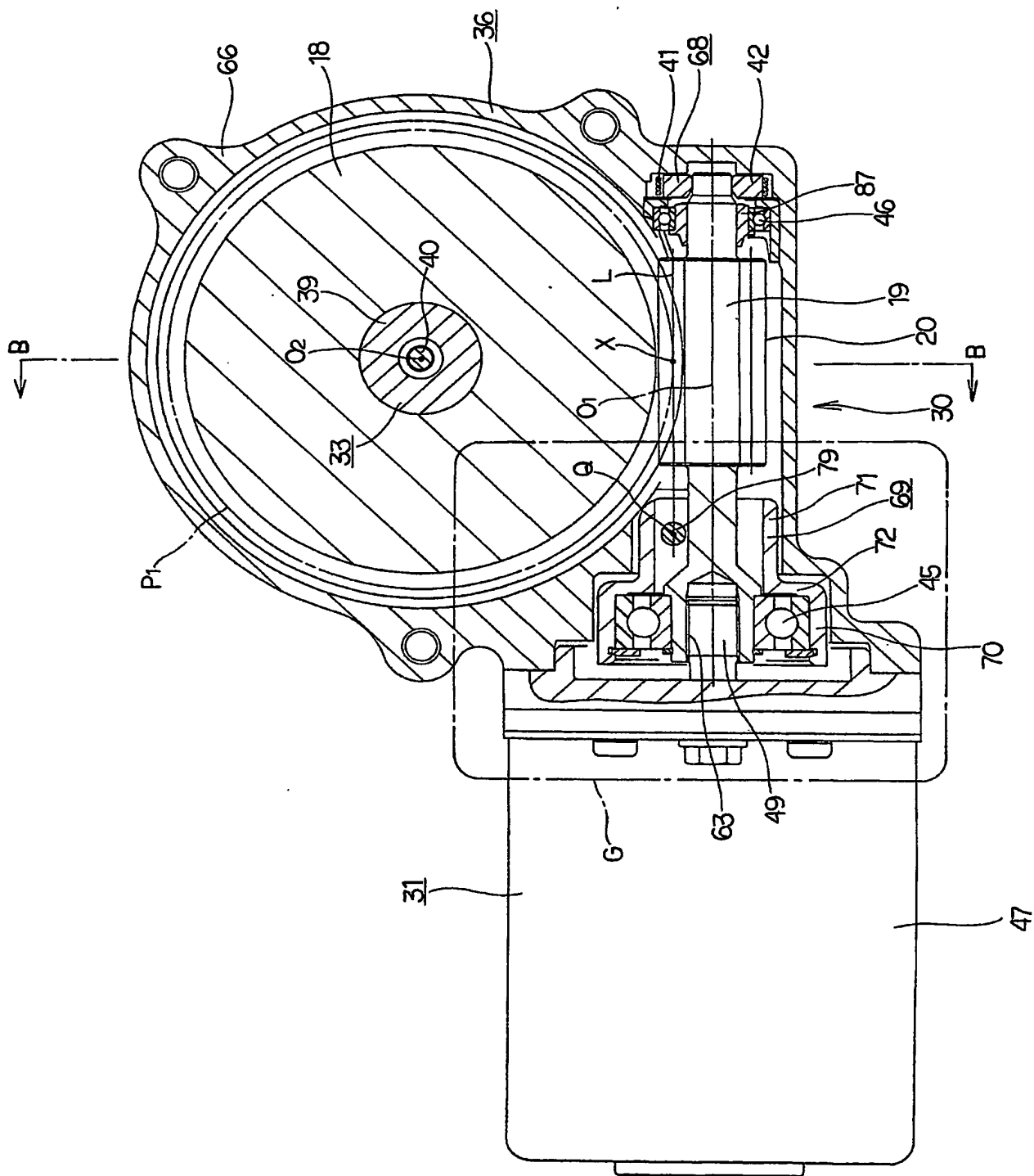
1 0 6	コイル
1 0 7	弾性リング
1 0 8	内径側円筒部
1 0 9	外径側円筒部
1 1 0	連結部
1 1 1	ストッパ部
1 1 2	凹孔
1 1 3	通孔
1 1 4	弾性リング
1 1 5	貫通孔
1 1 6	キャップ
1 1 7	筒部
1 1 8	突部
1 1 9	板部
1 2 0	軸部
1 2 1	弾性リング
1 2 2	外径側円筒部
1 2 3	内径側円筒部
1 2 4	連結部
1 2 5	突部
1 2 6	通孔
1 2 7	結合リング
1 2 8	通孔
1 2 9 a、1 2 9 b	突部
1 3 0	凹孔
1 3 1	サブピニオン
1 3 2	緩衝装置
1 3 3	内輪

【書類名】 図面

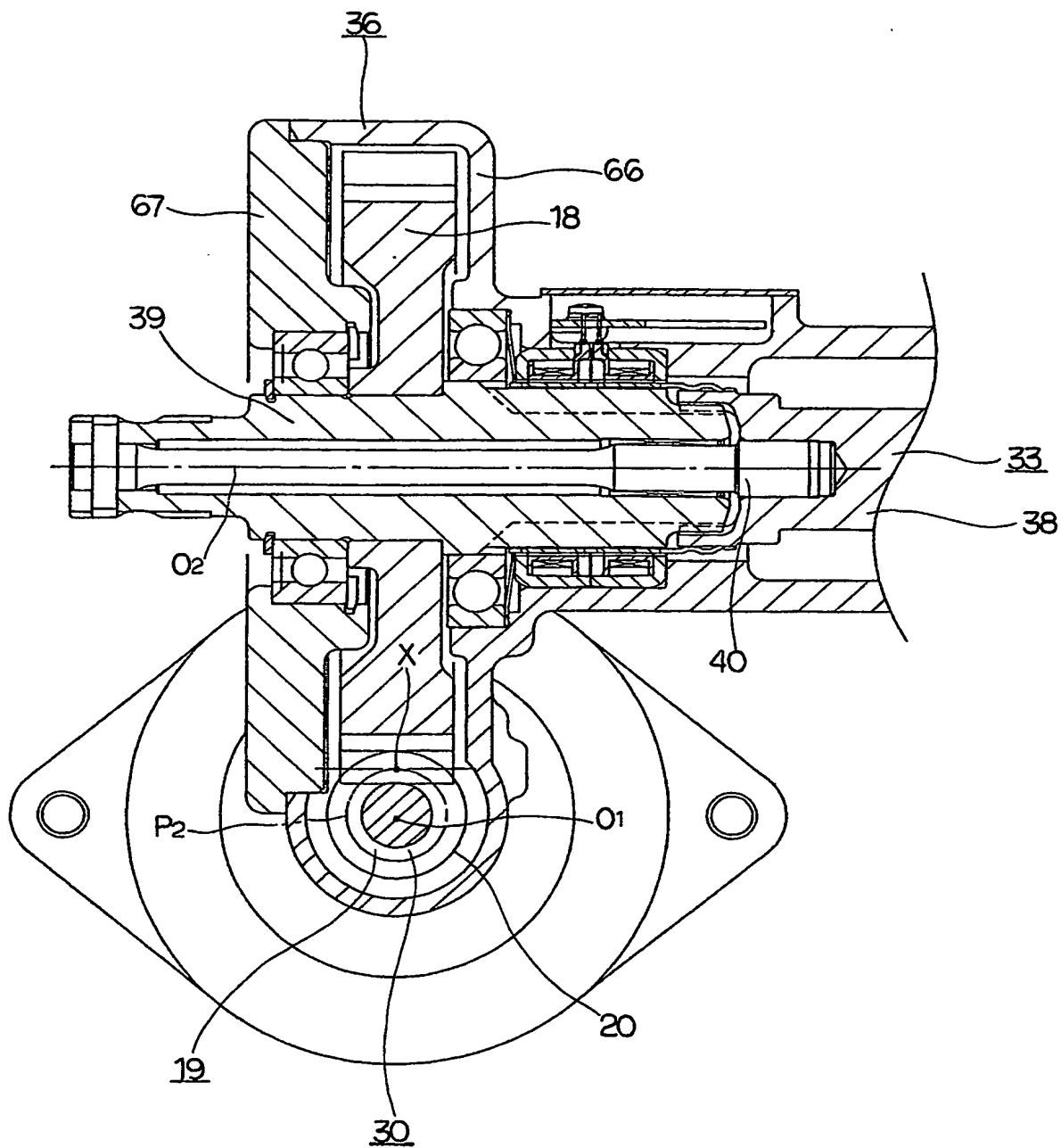
【図 1】



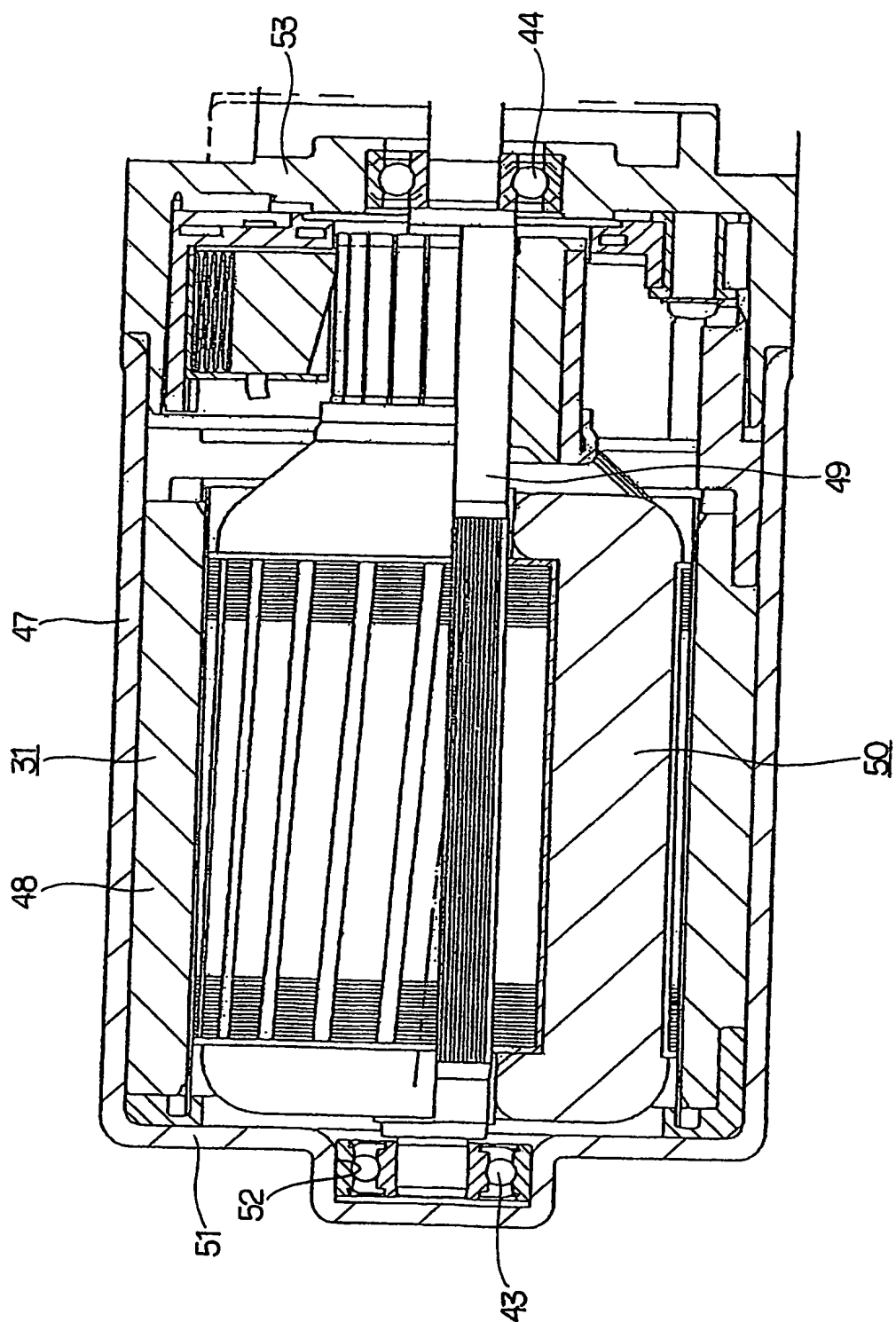
【図 2】



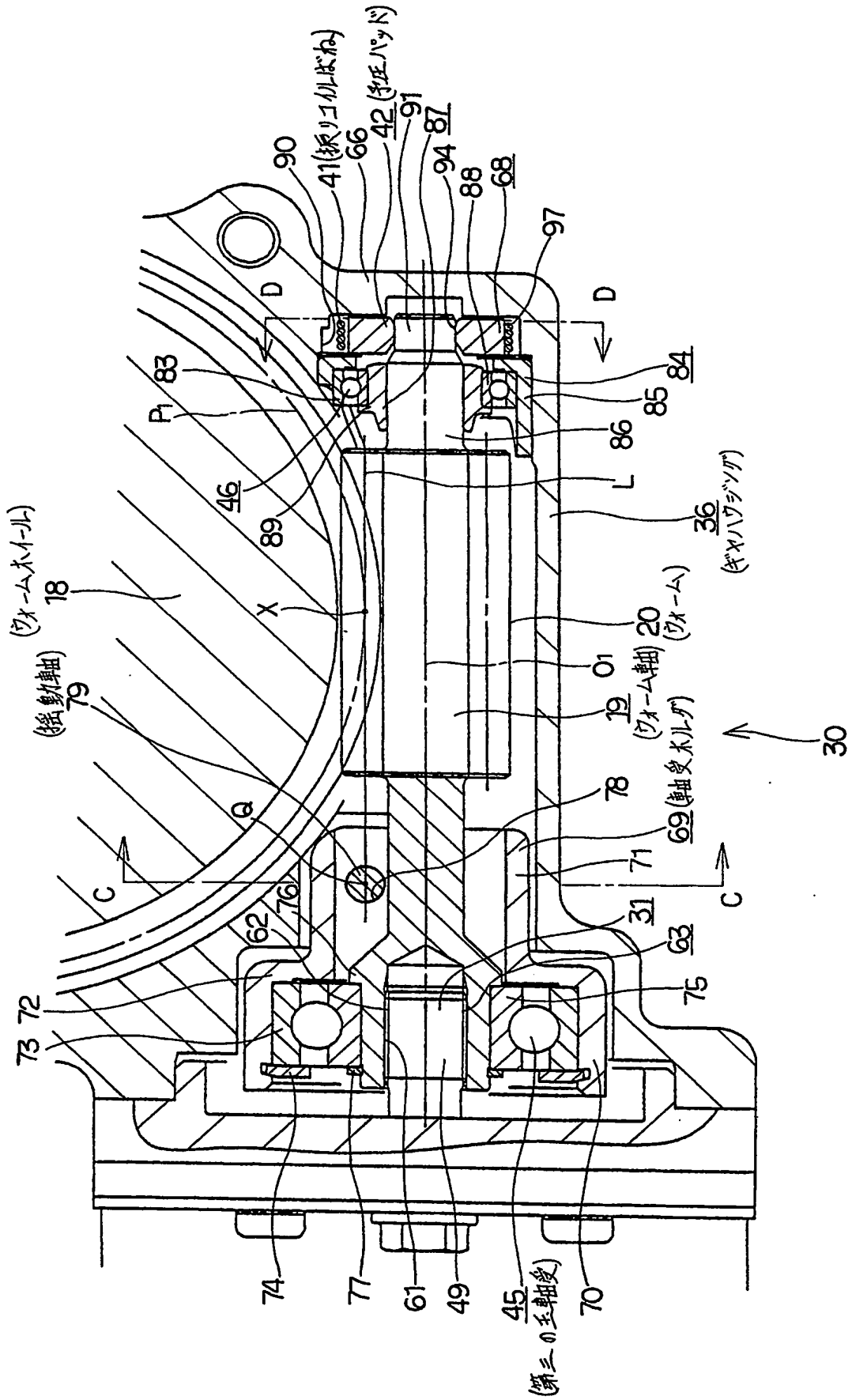
【図 3】



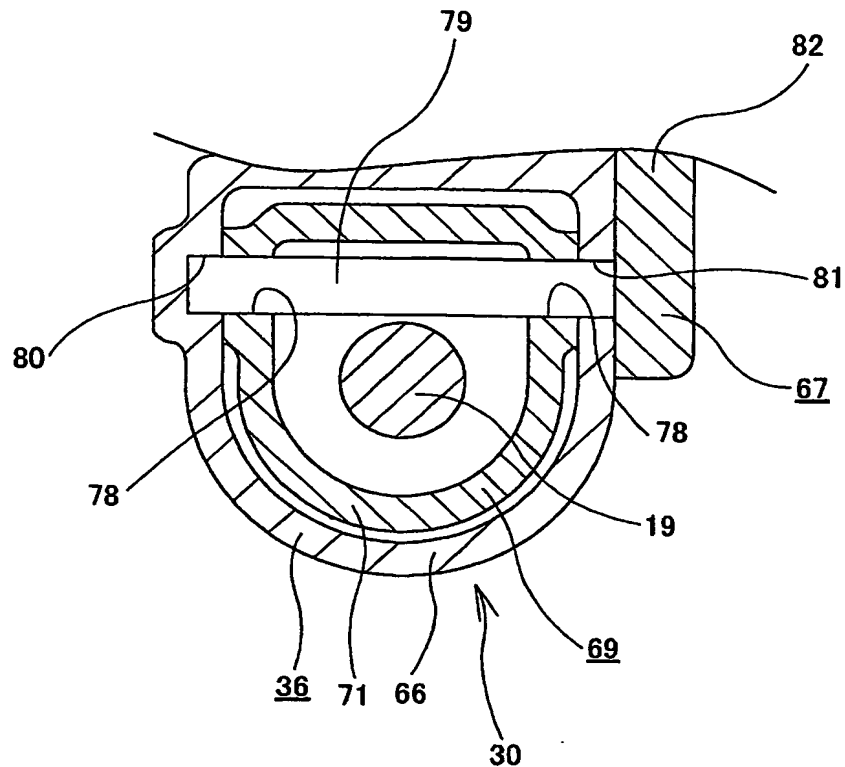
【図 4】



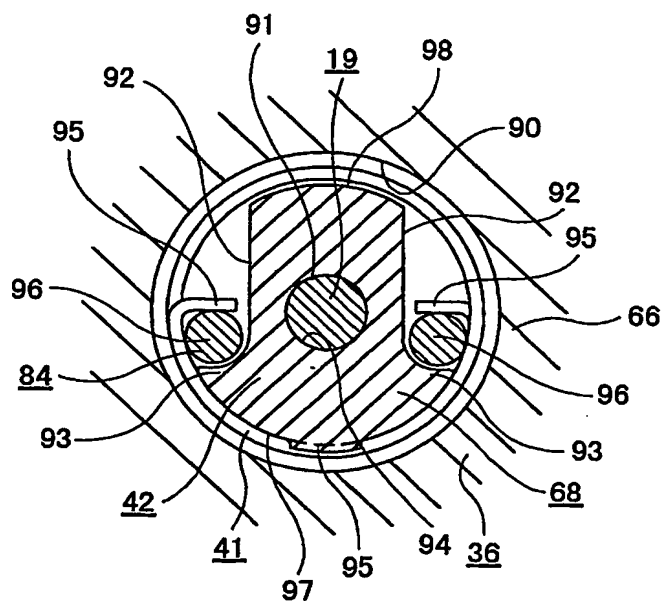
【図5】



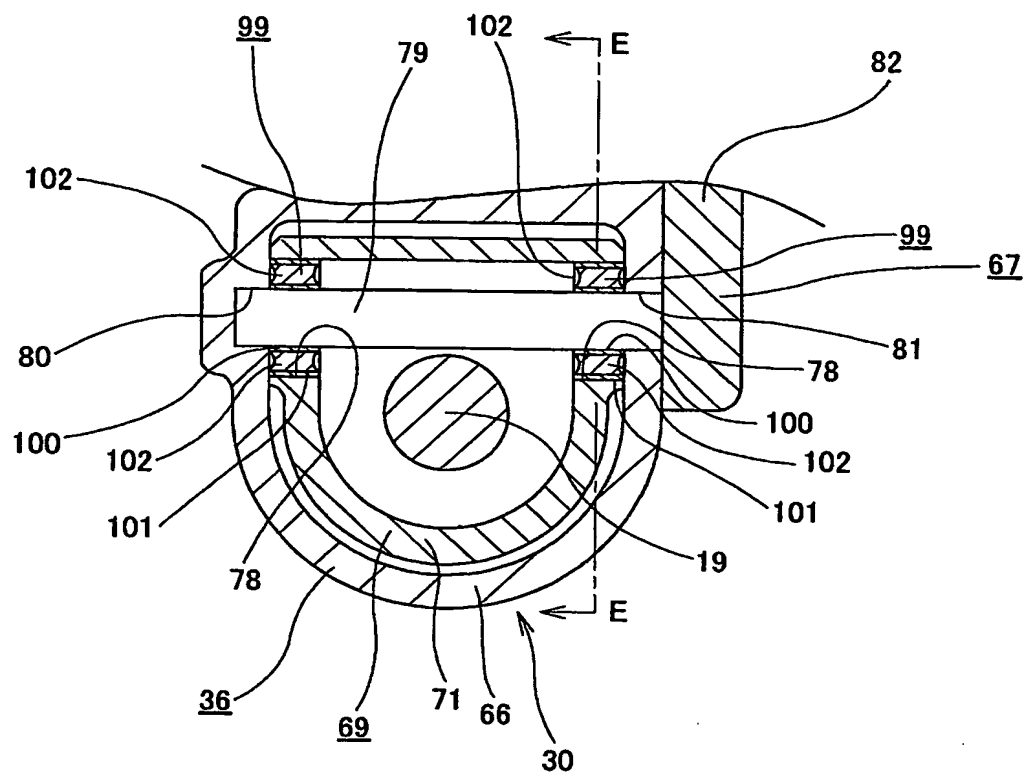
【図 6】



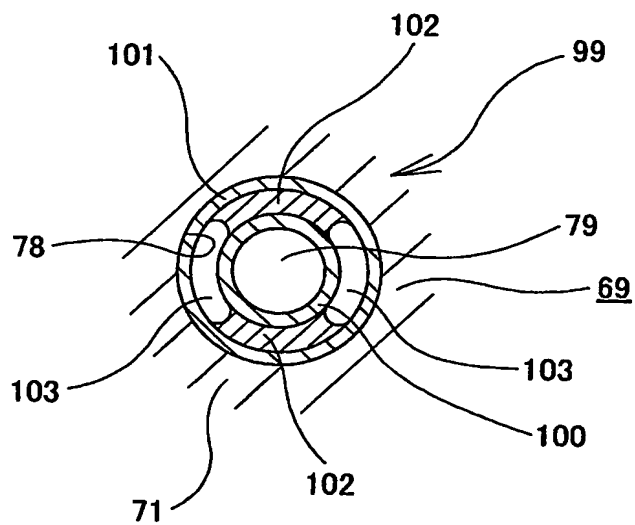
【図 7】



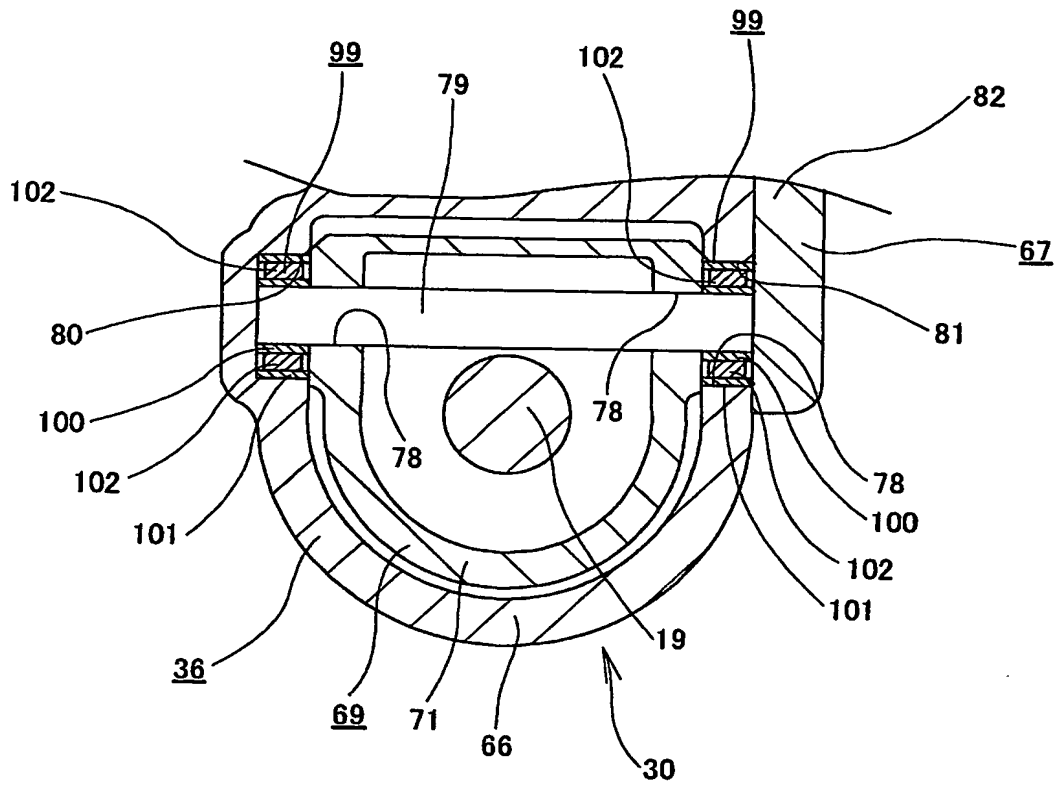
【図 8】



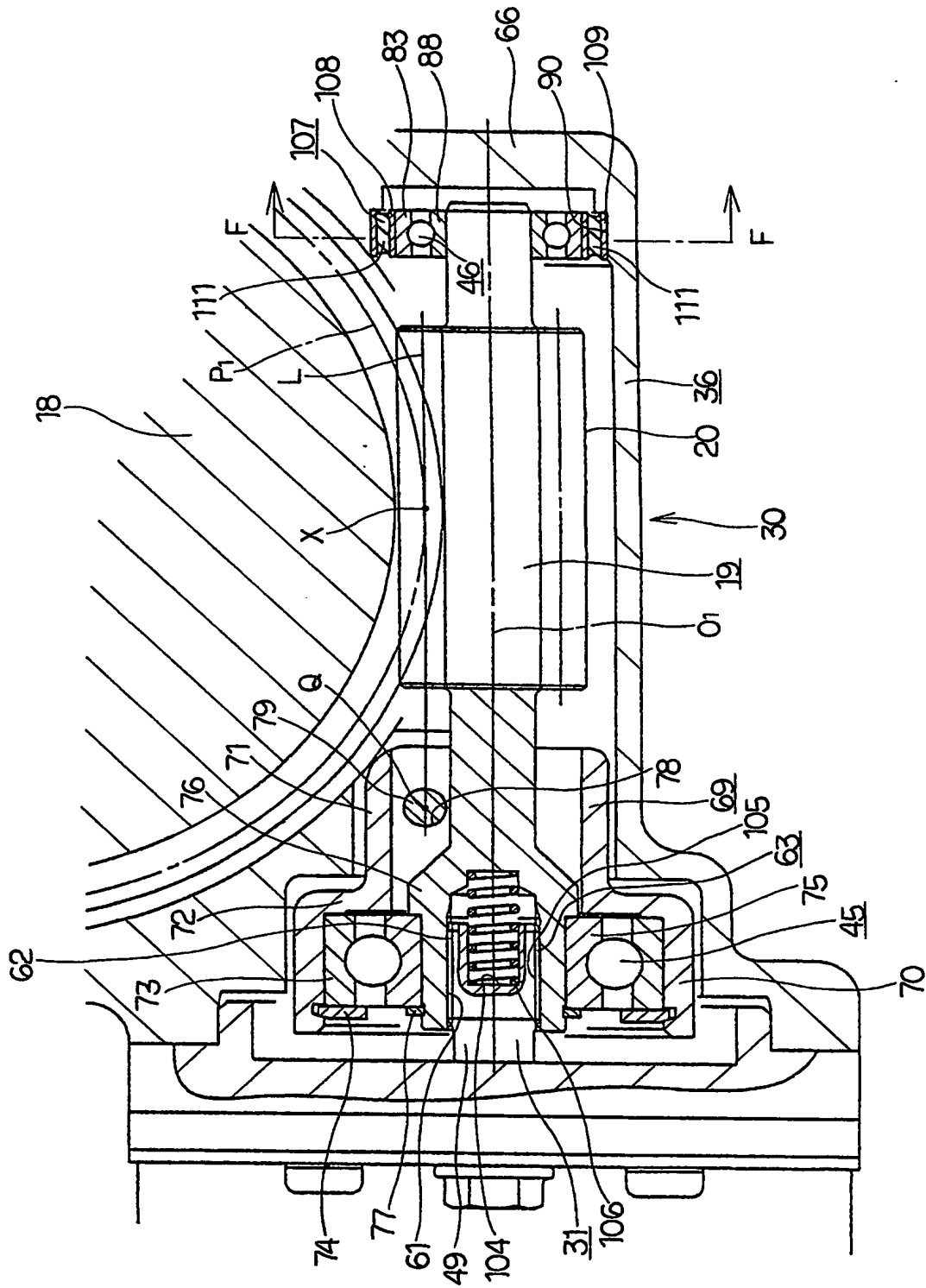
【図 9】



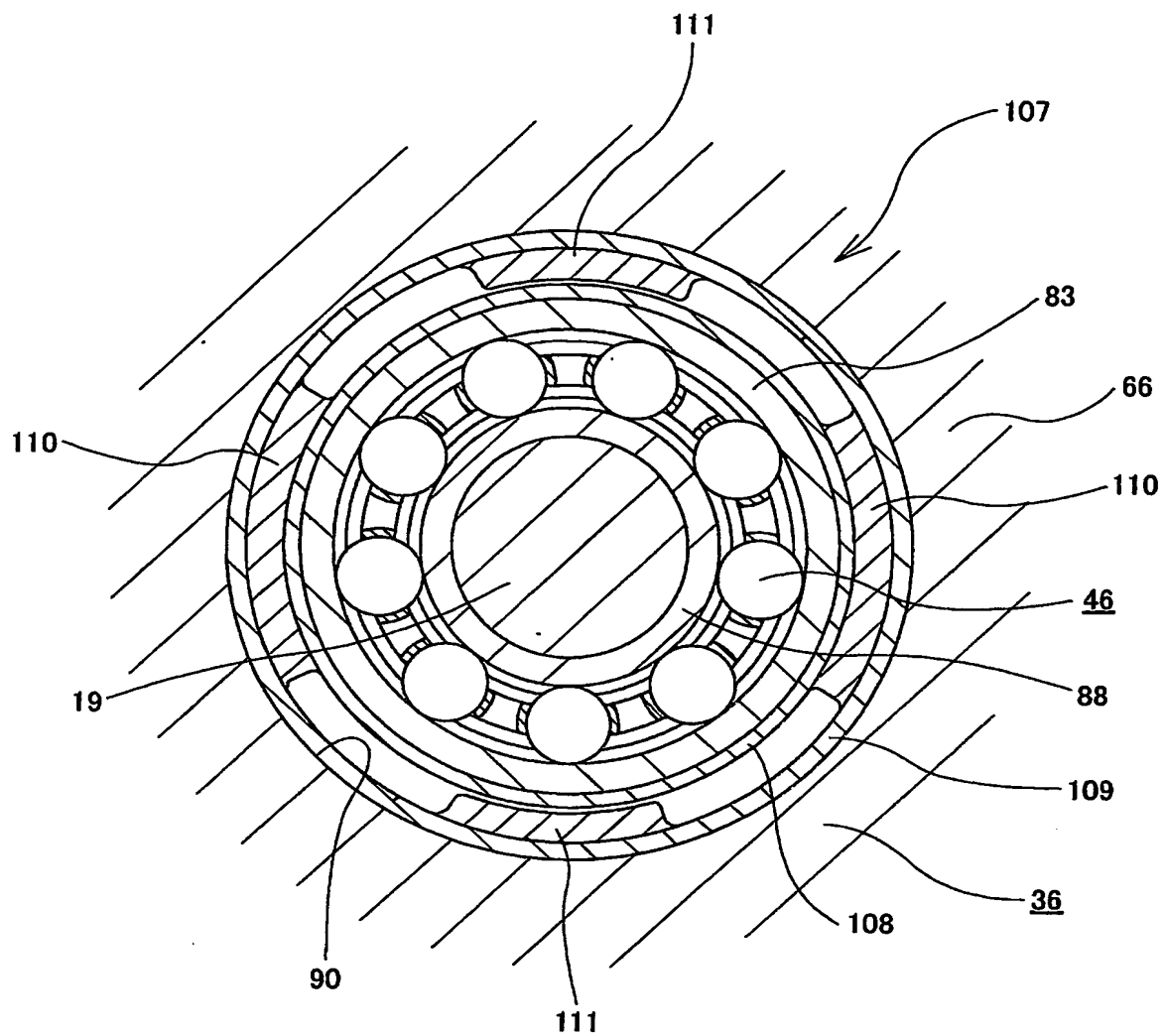
【図 10】



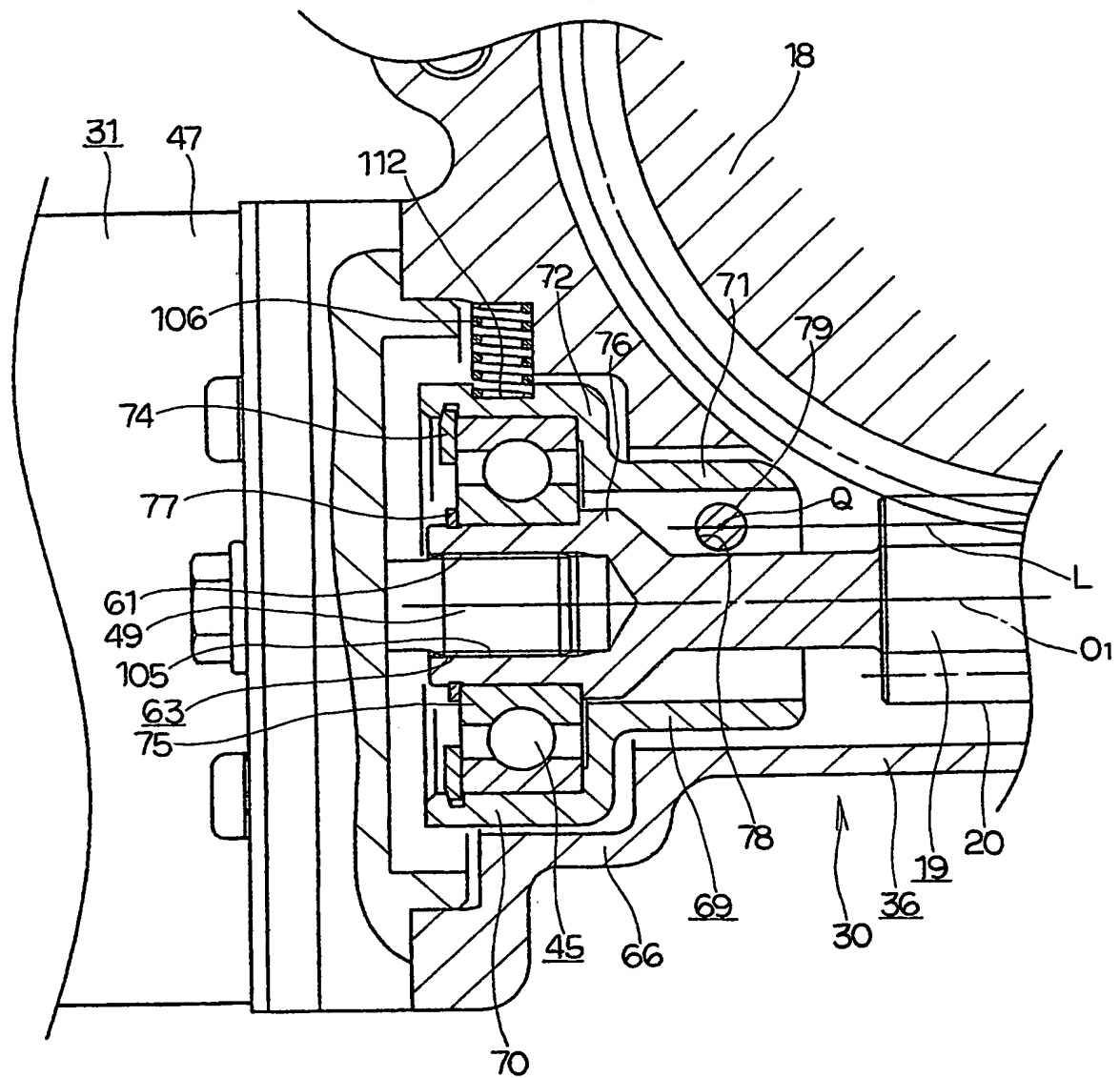
【図 11】



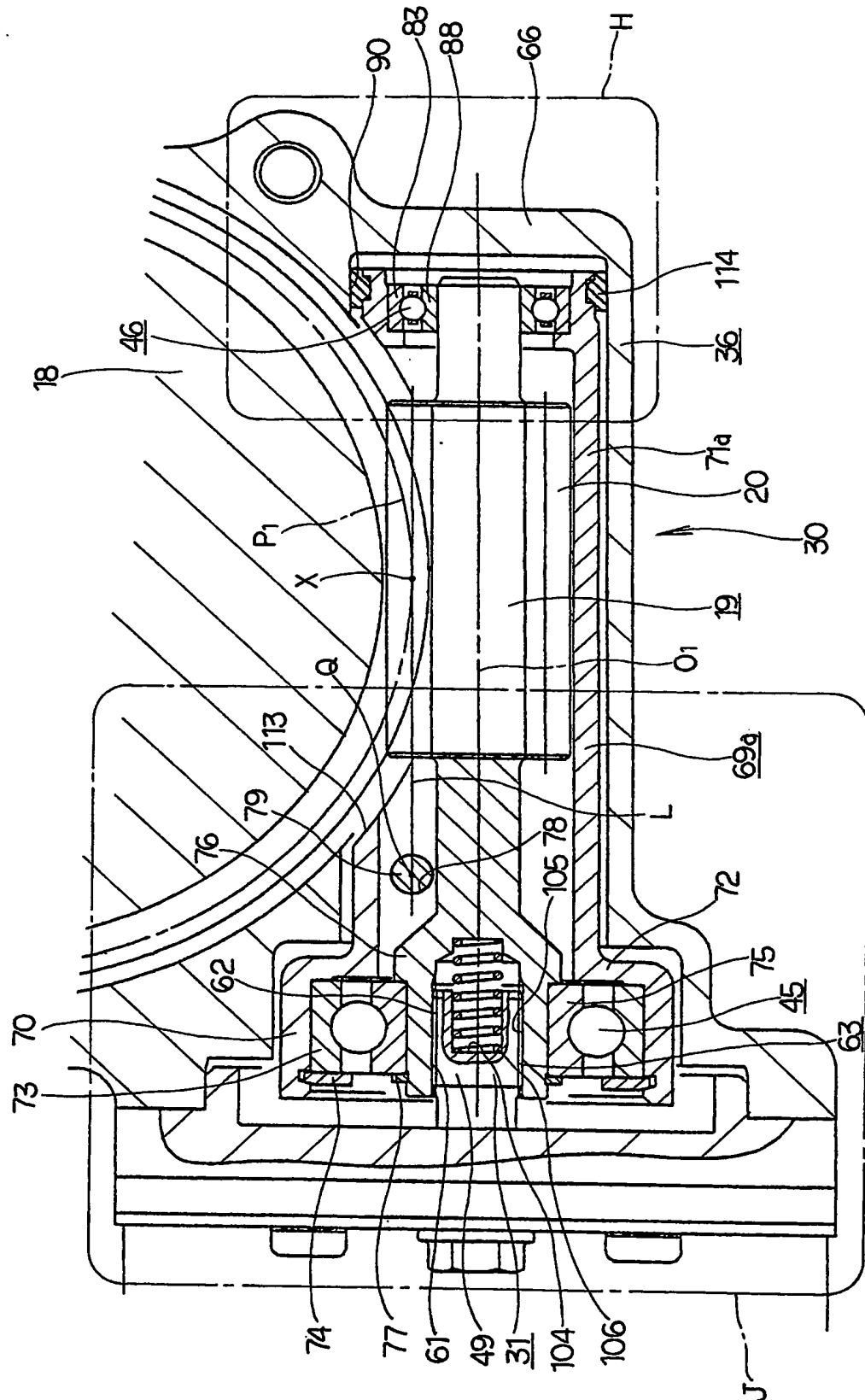
【図 12】



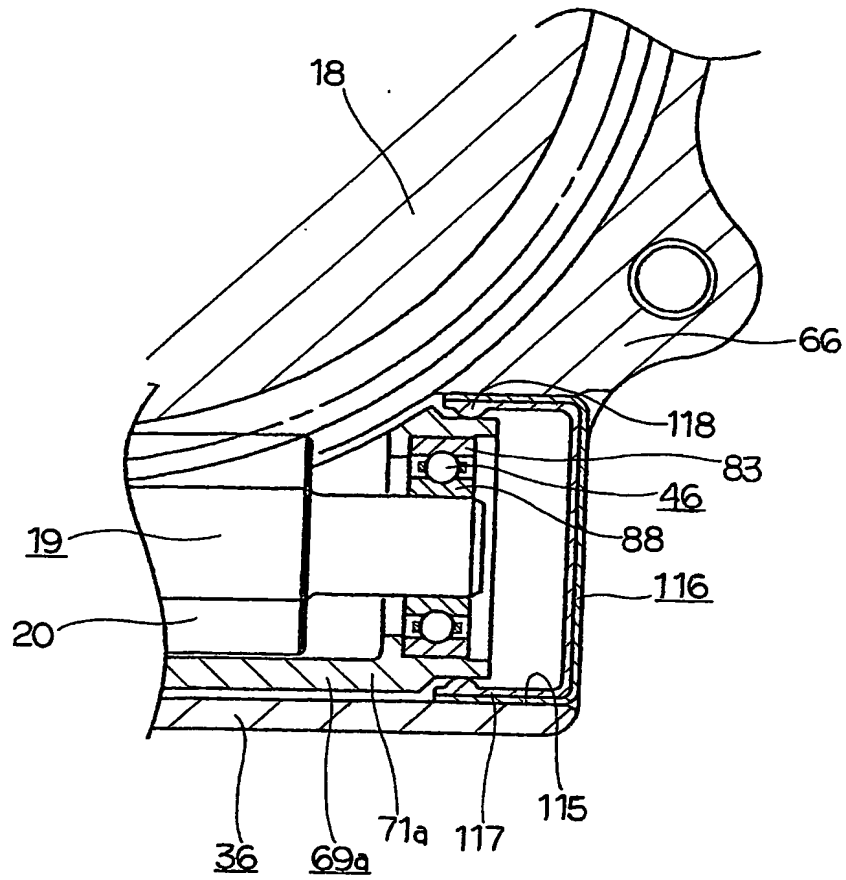
【図 13】



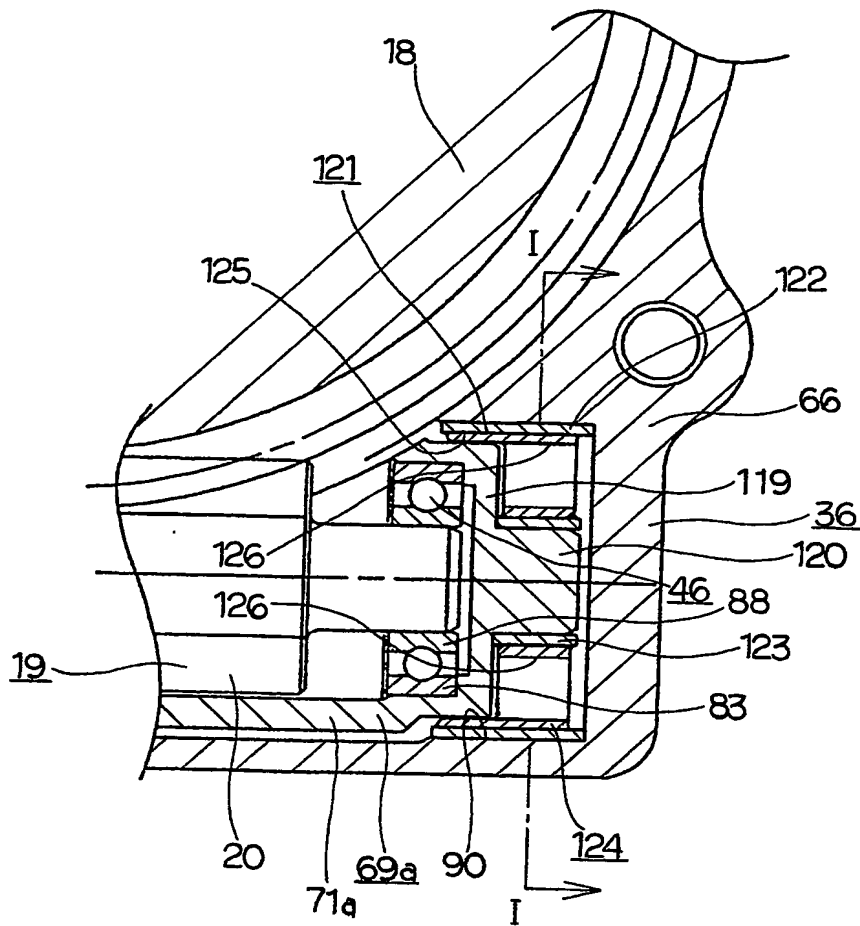
【図 14】



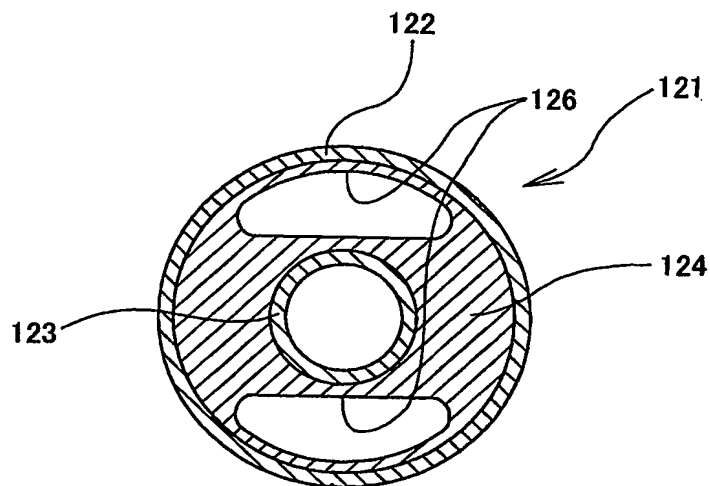
【図 15】



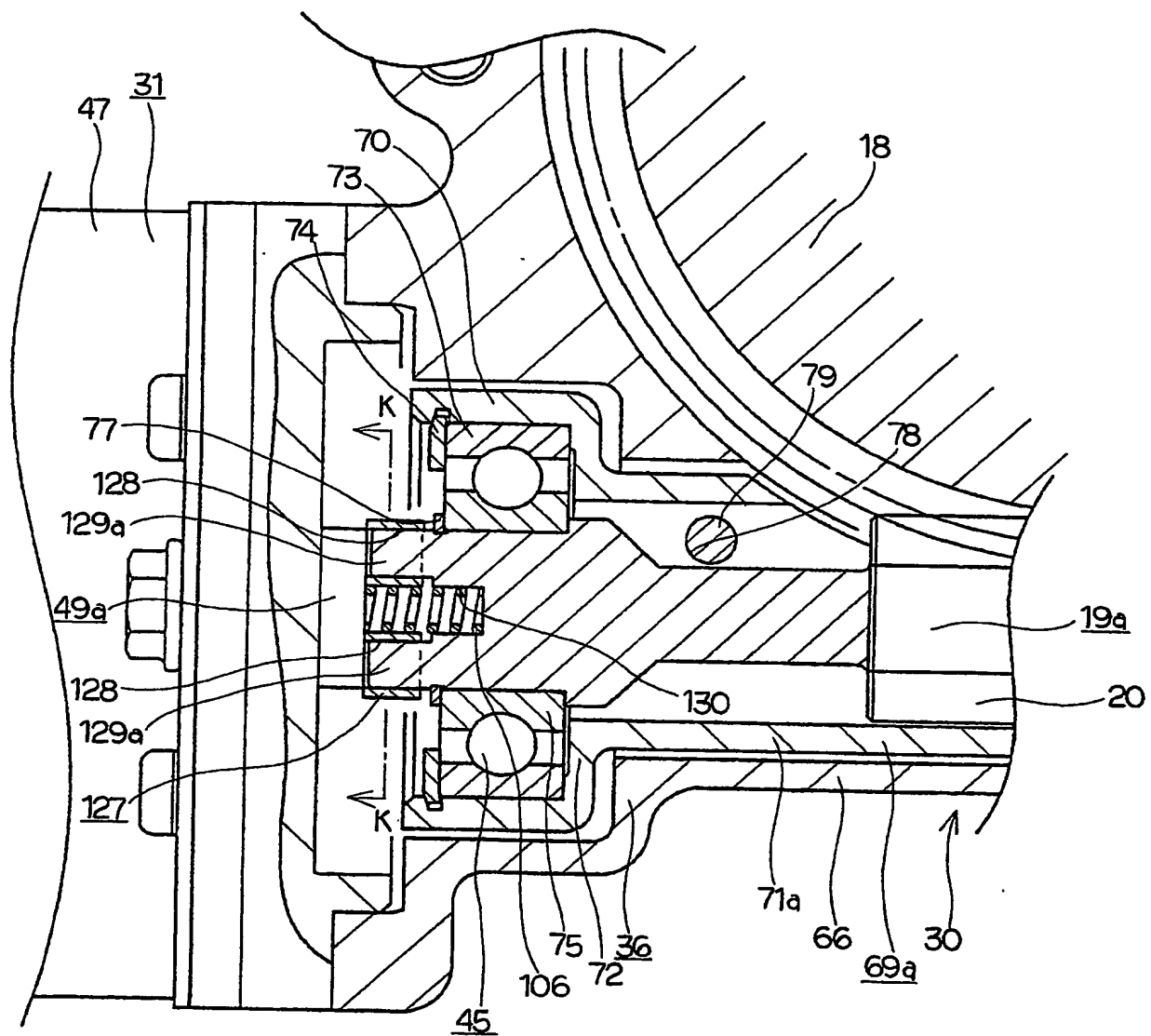
【図 16】



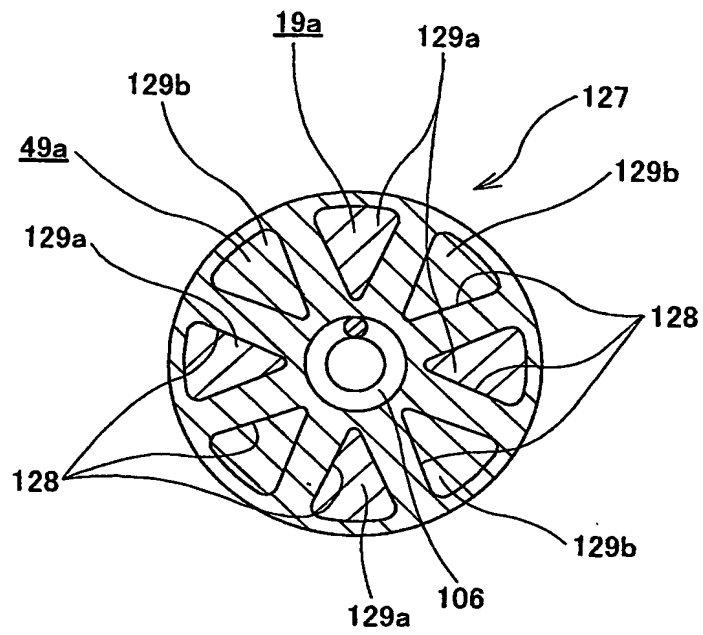
【図 17】



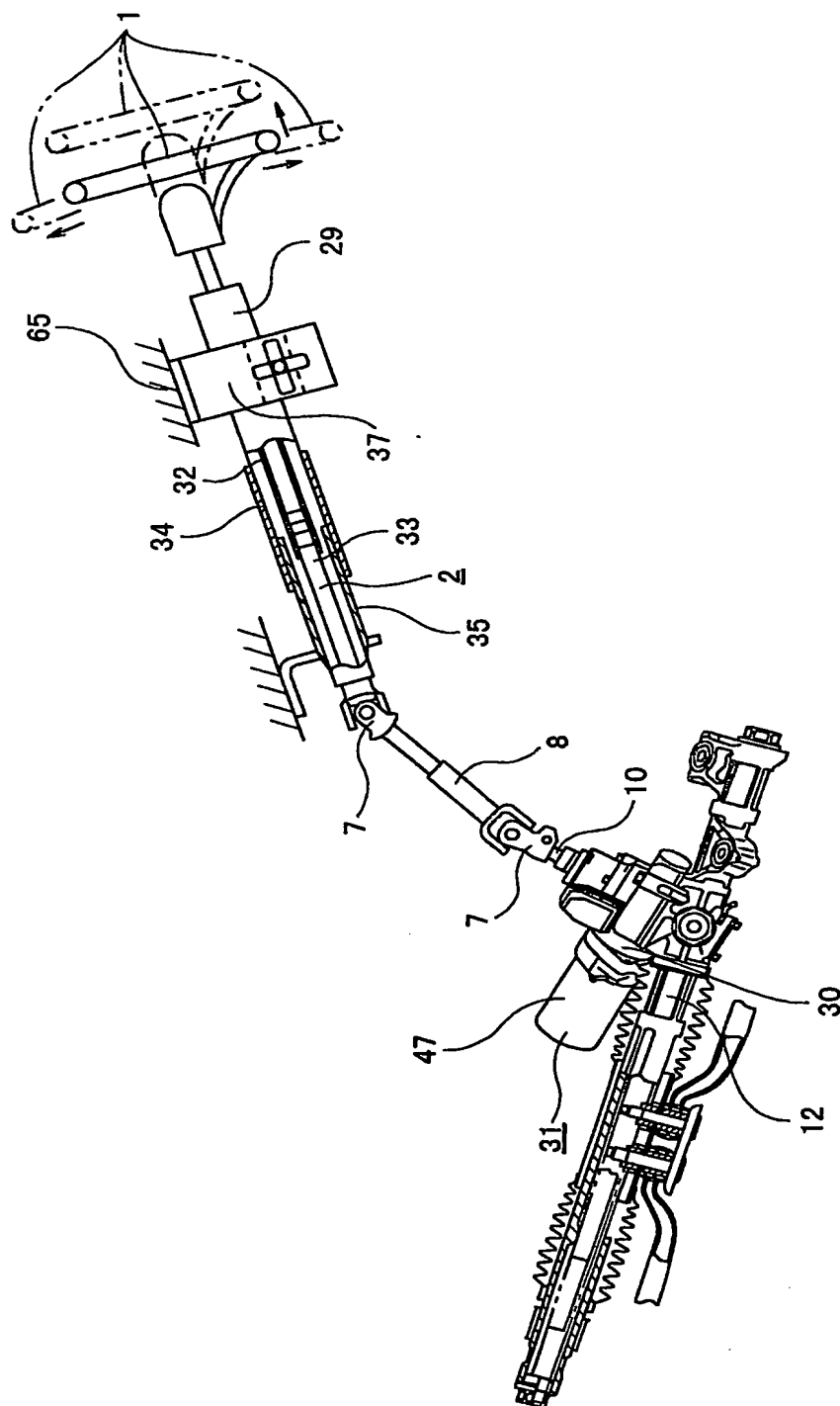
【図 19】



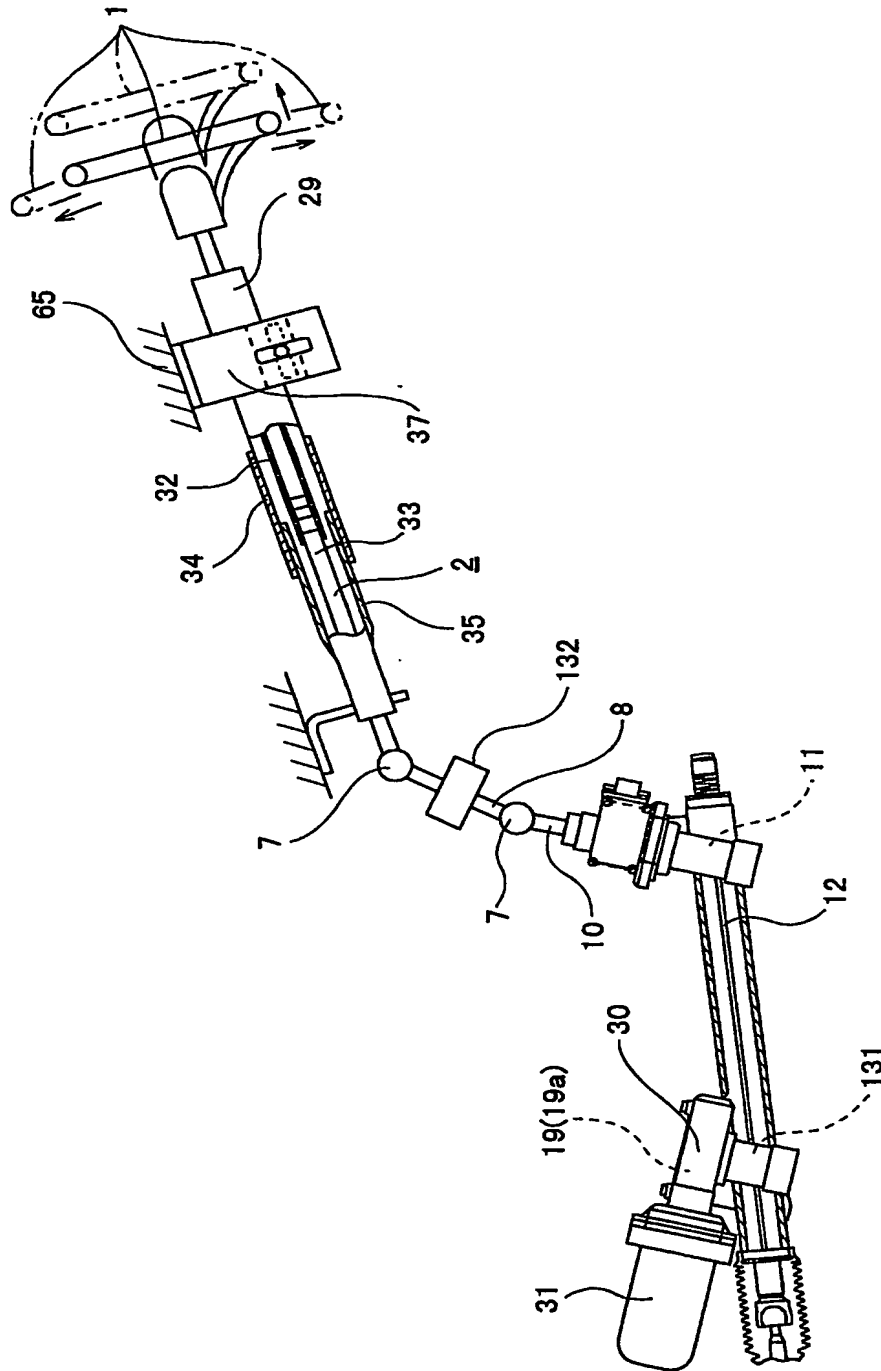
【図 20】



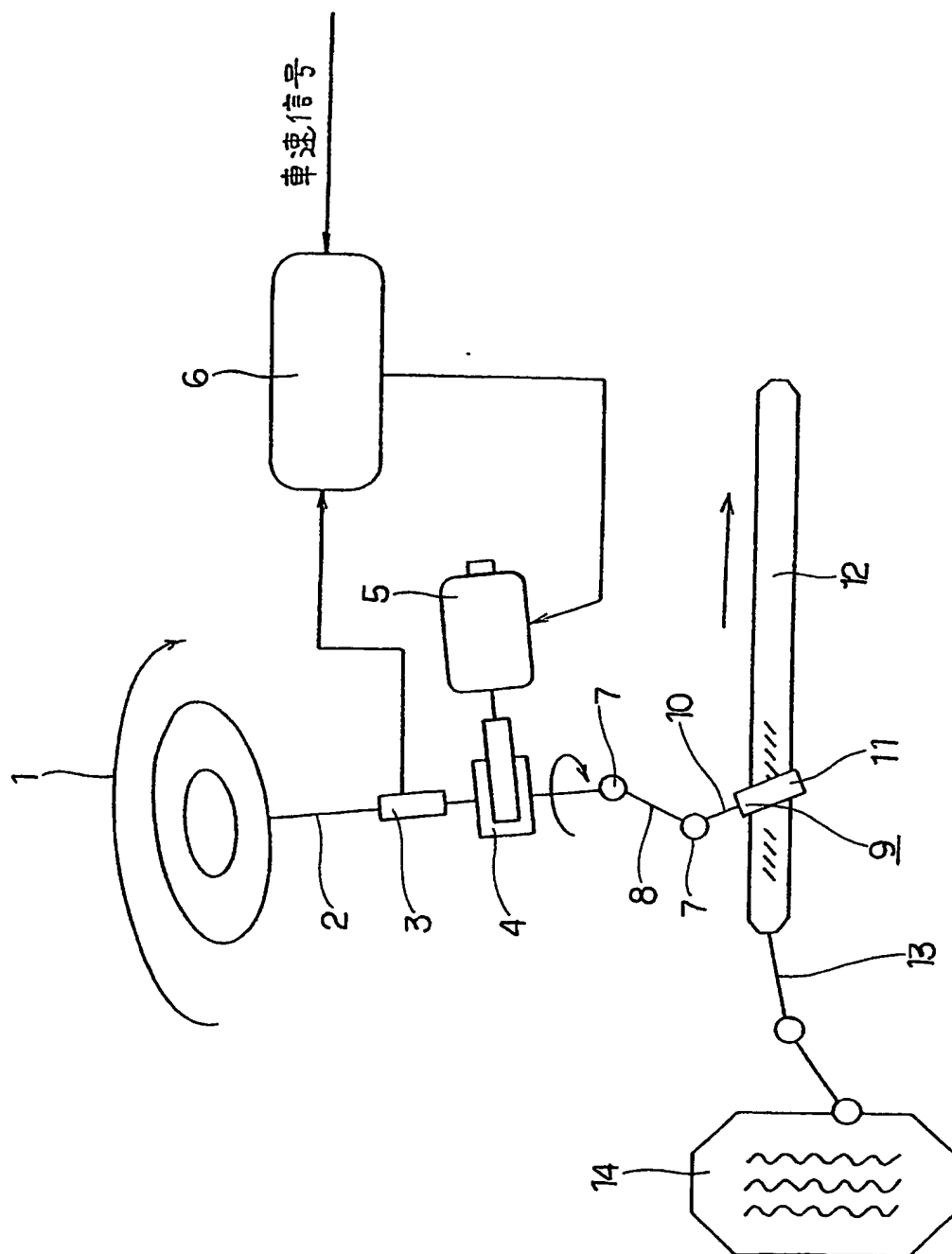
【図 21】



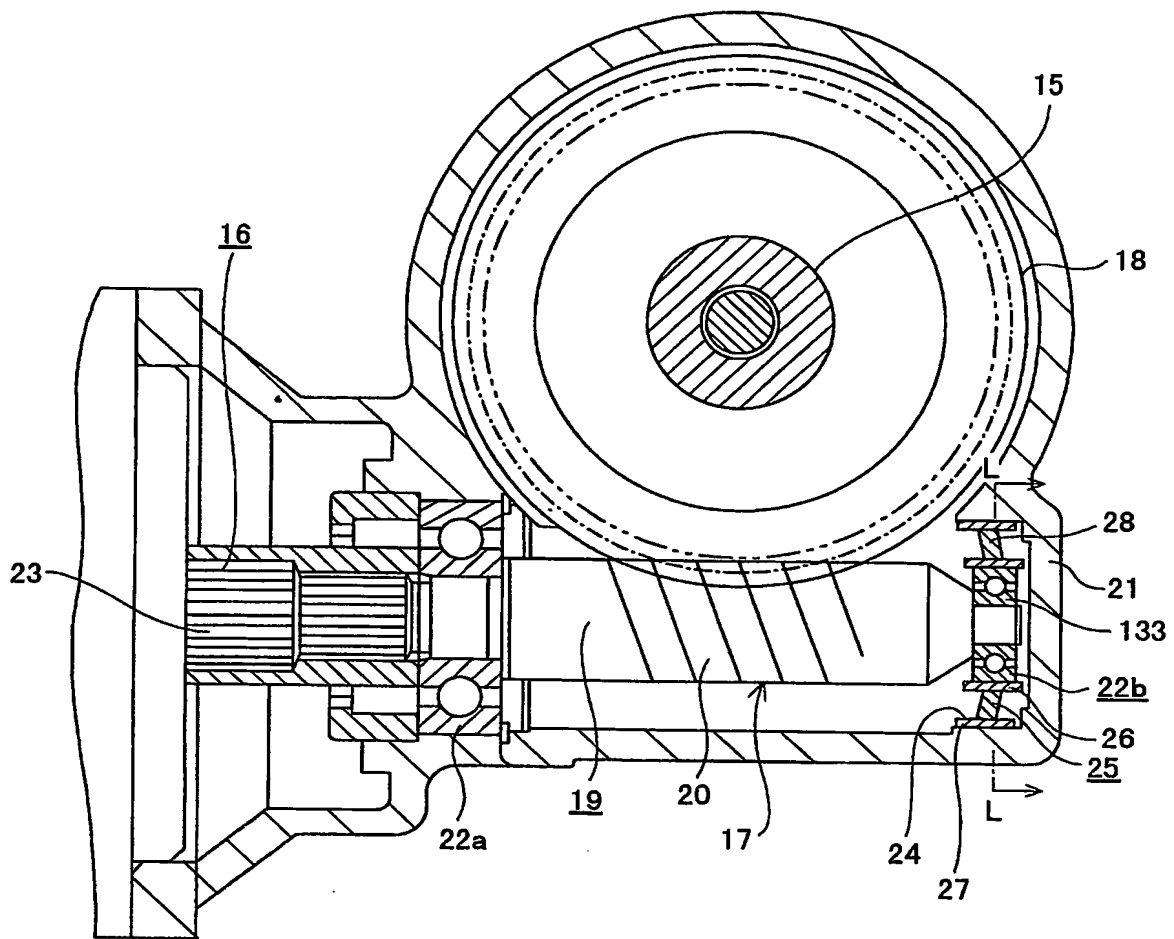
【図 22】



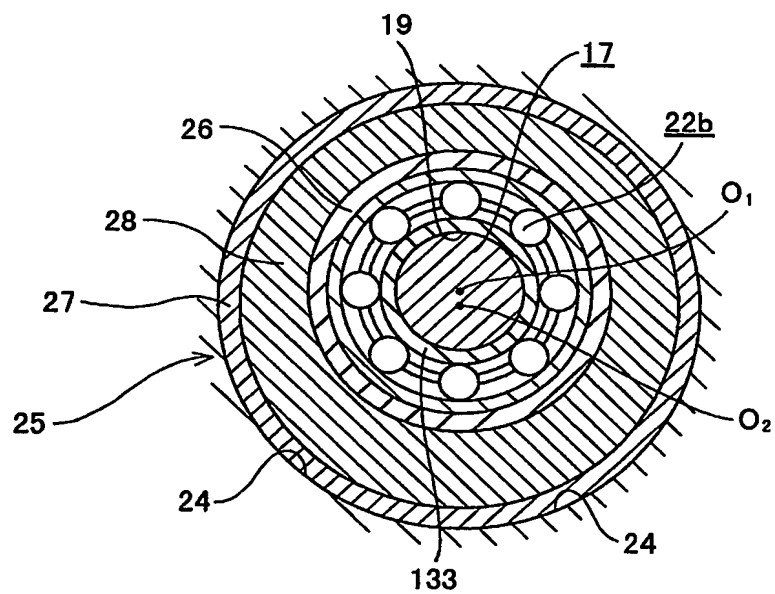
【図 23】



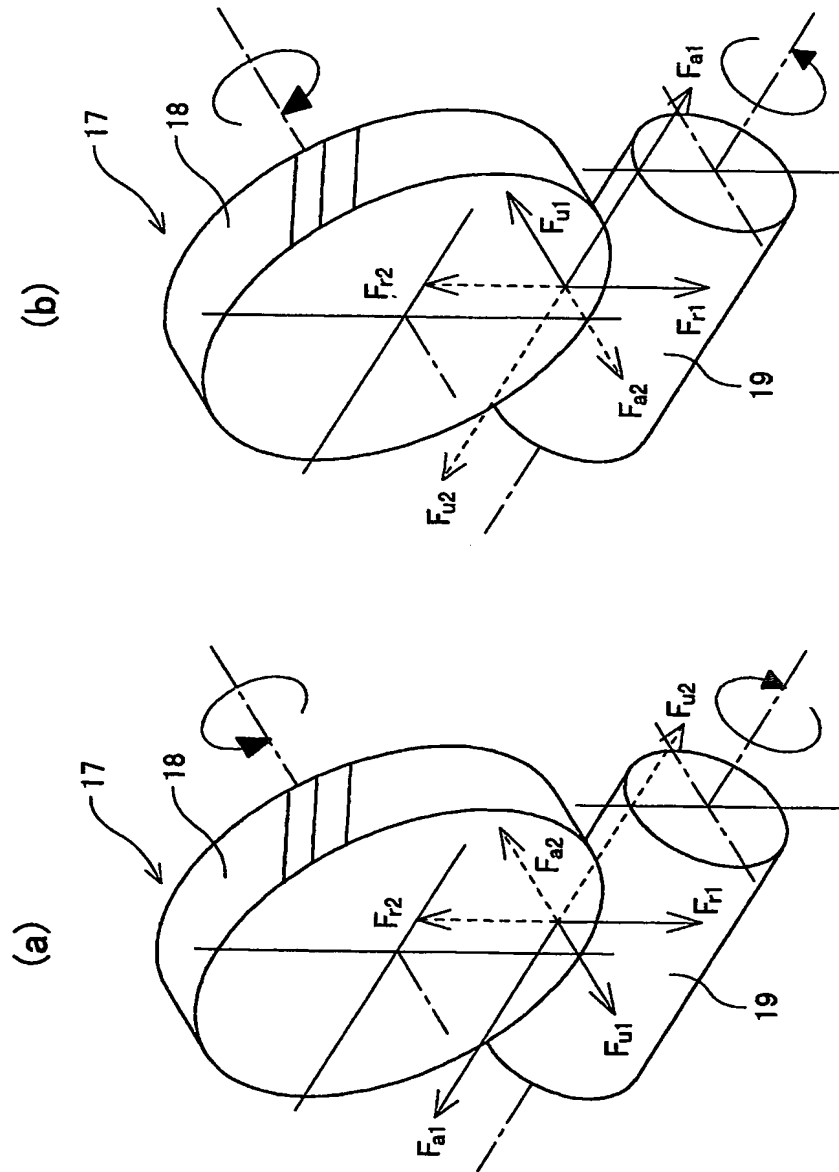
【図 24】



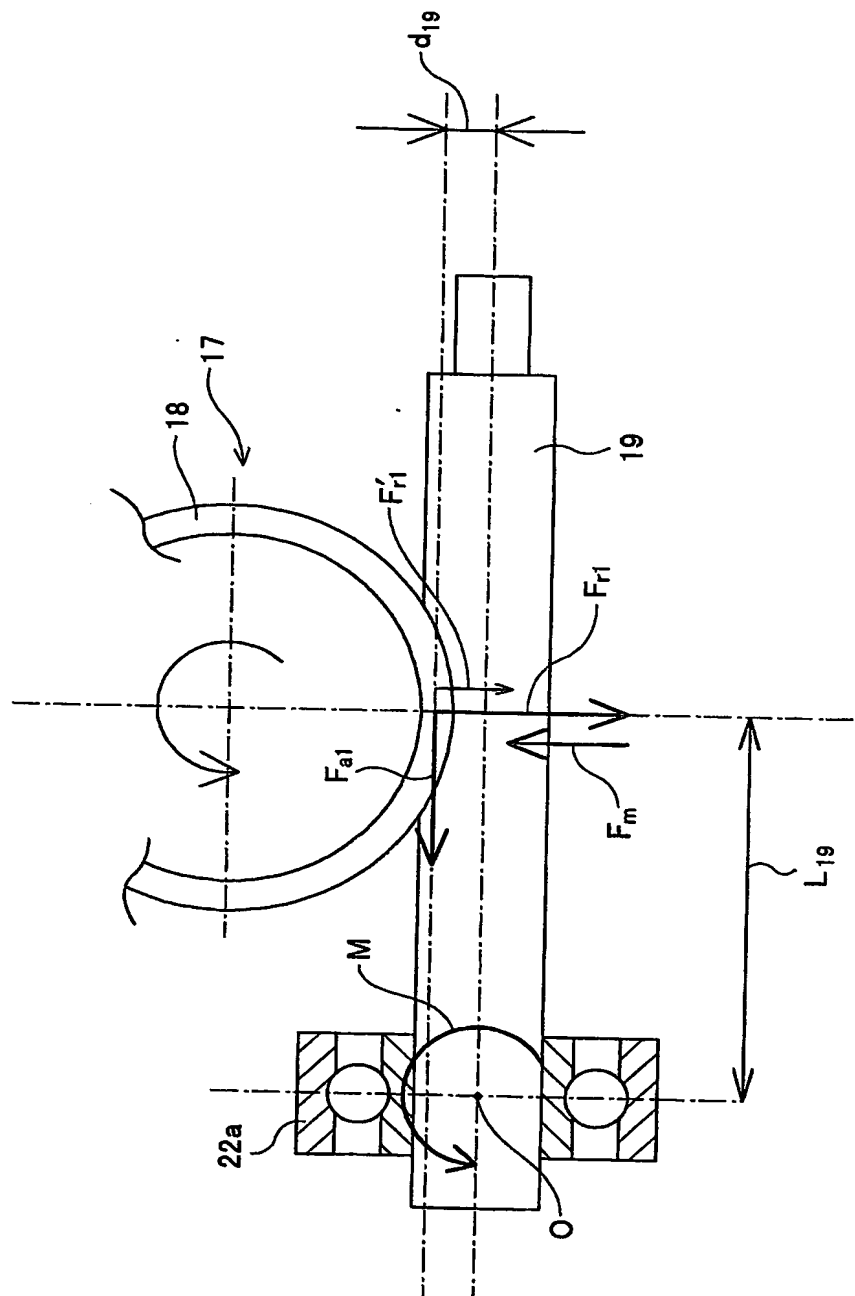
【図 25】



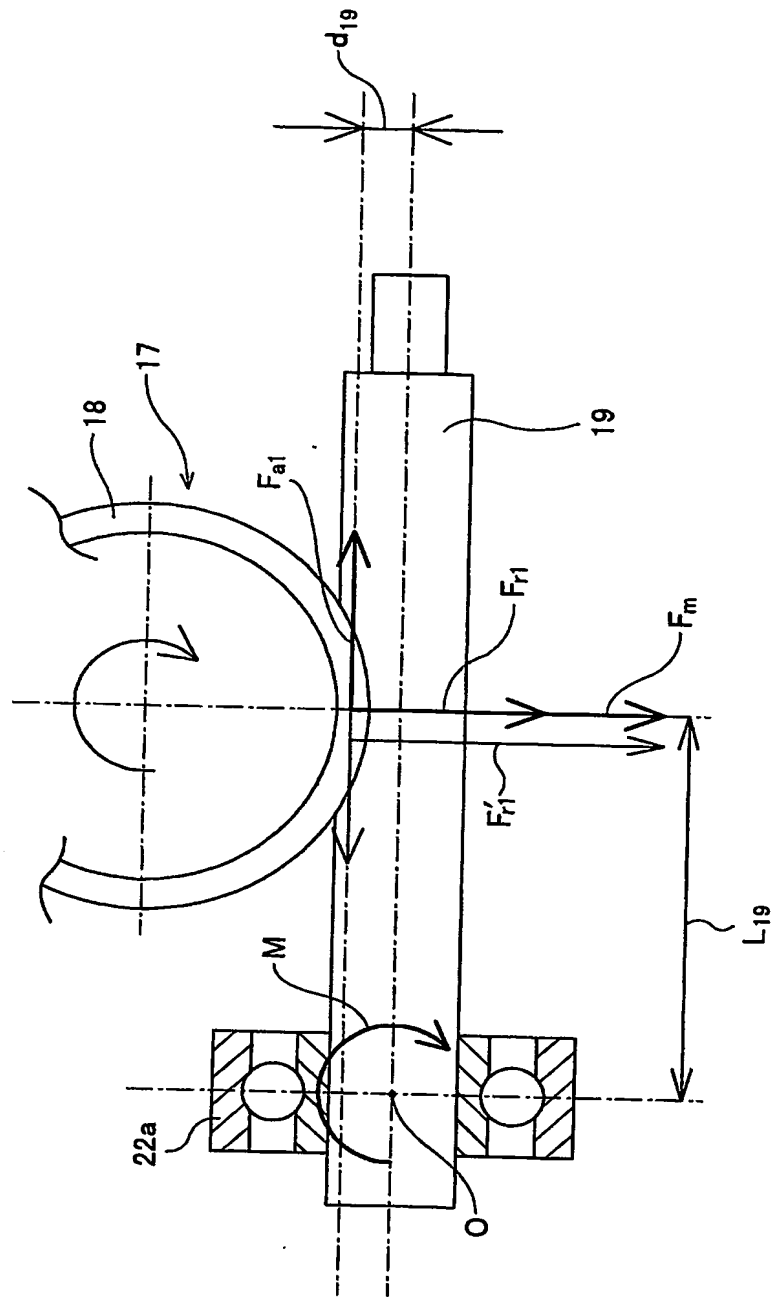
【図 26】



【図 27】



【図 28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウォームホイール 1 8 とウォーム軸 1 9 のウォーム 2 0 との噛合部での歯打ち音の発生を抑えると共に、ステアリングホイールを回転させるのに要する力や、このステアリングホイールの戻り性能の、両回転方向での差を抑える。

【解決手段】 振りコイルばね 4 1 により、ウォーム軸 1 9 の先端部に、予圧パッド 4 2 を介してウォームホイール 1 8 に向かう方向の弾力を付与する。軸受ホルダ 6 9 に上記ウォーム軸 1 9 の基端部を、第三の玉軸受 4 5 により回転自在に支持すると共に、この軸受ホルダ 6 9 を、ギヤハウジング 3 6 に揺動変位を自在に支持する。この揺動変位の中心となる揺動軸 7 9 を、上記ウォーム軸 1 9 の中心軸 o_1 上から上記ウォームホイール 1 8 側にずれた位置に、このウォームホイール 1 8 の中心軸と平行に設ける。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 0 4]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号

氏 名

日本精工株式会社

特願 2 0 0 3 - 2 7 1 4 1 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 0 2 0 6 6 6 2 9]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 1 月 2 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号

氏 名

N S K ステアリングシステムズ株式会社